CONSEIL
DES
PRODUCTIONS
VÉGÉTALES
DU QUÉBEC

AGDEX 161/570

SYMPOSIUM SUR LA POMME DE TERRE

14 novembre 1986
Hôtel Holiday Inn
Sainte-Foy

CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES

88-00770/

Cahier de
conférences

SYMPOSIUM SUR LA POMME DE TERRE

Conservation des sols, productivité de demain

14 novembre 1986

Conseil des productions
végétales du Québec

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation
du Québec

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
3e trimestre 1986
ISBN-2-550-16776-7

ALLOCUTION D'OUVERTURE

Mesdames, Messieurs,

Je voudrais d'abord vous souhaiter, au nom du comité organisateur, la bienvenue à ce septième symposium. Cette année nous voulons tourner un regard vers l'avenir en examinant certains problèmes qui risquent de réduire graduellement la qualité de notre produit si nous ne réagissons pas. Nous voulons assurer la continuité de la production de la pomme de terre alors nous devons examiner les techniques connues pour protéger nos sols contre des problèmes tels que l'érosion et la compaction. Les sols pauvres en matière organique sont vulnérables à ces détériorations,il est donc important de les protéger dès maintenant.

Denrée de base de notre alimentation par son coût peu élevé et sa valeur nutritive, la pomme de terre a même été un aliment de survie aux périodes difficiles. Aujourd'hui encore, elle tient une place importante sur notre table malgré la diversité des produits offerts et je crois, conservera sa place dans notre alimentation si l'on offre aux consommateurs un produit de qualité à un prix abordable.

Tous les intervenants dans le domaine de la pomme de terre travaillent depuis longtemps à rentabiliser la culture de la pomme de terre. On a dévelopoé différentes techniques culturales, des méthodes de conservation et un réseau a été établit afin de produire des semences saines.

Malgré tant d'efforts, si nous continuons à ignorer la dégradation de nos sols, pourrons-nous encore produire à un prix abordable dans quelques générations?

Des problèmes tels que l'érosion éolienne, l'érosion hydrique et la compaction des sols diminuent le potentiel de notre sol. La perte de matière organique résultant de l'érosion, la diminution de l'aération et du drainage causées par la modification de la structure se répercutent directement sur la qualité des tubercules.

Les conférenciers d'aujourd'hui nous sensibiliseront aux problèmes et nous présenterons leur travaux qui tendent à trouver des solutions. Ces suggestions entraineront à court terme une augmentation des coûts de production mais dites-vous bien qu'il s'agit à long terme d'un investissement rentable et que grâce à un effort collectif nous pourront encore pour de nombreuses années déguster la pomme de terre de chez nous.

Longue vie aux producteurs de pomme de terre!

TABLE DES MATIERES

	Page
Des façons culturales de conservation des sols Denis Côté, agronome	7
Applanissement, technique de conservation des sols et de l'eau Rémi Asselin, ingénieur-agronome	11
La rotation des cultures dans la production de pomme de terre: un outil pour la gestion des sols Ghislain Pelletier, agronome	35
L'effet des amendements organiques sur la productivité du sol Adrien N'dayegamiye, agronome	51
Aspect économique de quelques rotations Harold Noël, agronome	67
La dégradation des sols à pomme de terre Guy Mehuys, professeur	75
Le brise-vent: plus qu'une mesure de conservation des sols Camille Desmarais, géographe Luc Desbiens, ingénieur forestier	89
Techniques de conservation du sol au Nouveau-Brunswick Jean-Louis Daigle, ingénieur-agronome	107

DES FACONS CULTURALES DE CONSERVATION DES SOLS

Aperçu de la conférence présentée lors du symposium sur les pommes de terre tenu le 14 novembre 1986 à Sainte-Foy, par

Denis Côté, agronome

Service de recherche en sols, MAPAQ

Les producteurs de pommes de terre, à l'instar des producteurs de maïs, de céréales ou de toute autre culture intensive, sont préoccupés par la conservation de leurs deux plus importantes ressources: l'eau et le sol. Peut-être qu'aucun producteur au Québec ne connait Harry Riehle, un agronome spécialiste en conservation des sols de l'Idaho. Il nous livre, dans un article intitulé" Comment organiser une conférence sur la conservation des sols qui soit un succès", publié en janvier 86 dans "Journal of Soil and Water Conservation", tous les ingrédients de son succès. Il mise, entre autre, sur la nécessité des rapprochements chercheurs-producteurs, de façon à diriger les efforts de recherche dans la bonne direction et à transmettre rapidement les découvertes. Toujours d'après Harry Riehle, le succès rencontré, suite à la tenue des conférences sur la conservation, en Oregon, Idaho et Washington, a été fulgurant entre 1981, juste avant la première conférence, et en 1984, le semis sans travail du sol s'est répandu en passant de 24,000 à 400,000 acres. Evidemment, il ne se cultive pas que des pommes de terre dans ces trois Etats américains et le semis direct n'est peut-être pas la meilleure pratique culturale de conservation pour la production de pommes de terre là-bas comme ici.

Dans mon exposé, je dégagerai les raisons qui doivent motiver les producteurs de pommes de terre du Québec à adopter des façons culturales de conservation du sol et de l'eau, après un bref survol de l'exigence de la pomme de terre au point de vue lit de semence et milieu d'enracinement en relation avec la texture et la structure du sol. Les façons culturales de conservation sont peu nombreuses. Elles se limitent au remplacement de la charrue à corps par la charrue chisel; le sous-solage léger à 40-45 cm de profondeur; le remplacement du pulvériseur à disques par des herses à dents (vibroculteur et cultivateur); le microprofilage du sol en post-semis. Ces nouvelles façons culturales visent essentiellement à préserver le sol arable contre la dégradation de sa structure, la perte de sol par érosion, la perte d'eau par ruissellement et par évaporation. Elles doivent accompagner les pratiques culturales de conservation, telles les rotation, fumure organique, nivellement, voies d'eau protégées, brise-vent, irrigation, drainage, etc...

Les documents consultés sont listés dans la bibliographie qui suit:

Buxton, D.R. et J.C. Zalewski, 1983. Tillage and cultural management or irrigated potatoes. Agronomy Journal 75:219-225.

Connell, R.O. 1985. Reduced Tillage in North-West Europe - a review. Soil Tillage Rsearch 5:129-177.

Langley, T.S. 1984. Reservoir tillage for center pivot irrigation. ASAE paper No. PNR 84- 209; 9pp.

Riehle, H. 1986. How to organize a successful conservation tillage conference Journal of soil and water conservation. pp.28-29.

Ross, C.W. 1986. The effect of subsoiling and irrigation on potato production. Soil Tillage Research, 7:315-325.

Rowse, H.R. et D.A. Stone, 1980. Deep cultivation of a sandy clay loam. 1. Effect on growth yeild and nutrient content of potatoes. broad beans.

summer cabbage, and red beet in 1977. Soil Tillage Research 1:57-68.

Trouse, C.A. 1979. Under the row subsoiling is a practical technique to increase crop production by piercing man-made soil barriers to good soil proliferation in a way to eliminate damage from recompaction. Proceeding from the 8th Conference of the International Soil Tillage Research Organization. Istro, Bundesrepublik Deutschland. pp. 321-324.

Van Kempen, P. 1985. Travail du sol avant plantation: Un facteur important. Cultivar. pp.104-105.

SYMPOSIUM SUR LA POMME DE TERRE

Conférence prononcée le
14 novembre 1986.

L'APLANISSEMENT, TECHNIQUE DE CONSERVATION DES SOLS ET DE L'EAU.

par

Rémi Asselin, ingénieur et agronome

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation
460, boulevard Louis-Fréchette
NICOLET
JOG IEO

1.0 INTRODUCTION

De plus en plus la conservation des sols devient un sujet de préoccupation grandissant pour le fermier, l'agronome, l'ingénieur et le politicien. Cette préoccupation existe déjà depuis plusieurs années aux Etats-Unis, dans les provinces de l'Ouest et également le Nouveau-Brunswick où des programmes de conservation sont implantés.

Quant au Québec, en raison qu'une bonne partie du territoire cultivé renferme des terrains à topographie relativement plane, nous pensions que l'érosion c'était ailleurs.

Pourtant, nombre de nos pratiques d'aménagement de nos sols favorisent, même en terrains plats, des taux de ruissellement et d'érosion qui pourraient en surprendre plusieurs.

Bien que le drainage en surface soit essentiel dans nos conditions, les méthodes utilisées à date sont, à notre avis dans plusieurs cas, nuisibles en plus d'être coûteuses. Une nouvelle conception du drainage de surface ainsi qu'un changement des méthodes s'imposent pour combler d'une part, les besoins d'assainissement, et assurer d'autre part la conservation du sol et de l'eau.

2.0 LE BESOIN D'UN DRAINAGE EN SURFACE

2.1 DEFINITION

On peut définir le drainage de surface par un aménagement du sol qui vise essentiellement à : 1) éviter que l'eau stagne sur le terrain et, 2) évacuer dans un délai raisonnable le surplus d'eau qui ne s'infiltre pas.

Dans ce dernier cas, trois situations peuvent survenir : 1) le profil du sol est saturé au moment de la précipitation, 2) le sol est gelé et aucune infiltration n'est alors possible et, 3) l'intensité de la précipitation est supérieure au taux d'infiltration du sol, donc une partie de la pluie ruissellera avant la saturation du profil.

L'absence de drainage de surface peut se visualiser sous la forme d'un terrain irrégulier et parsemé de dépressions qui retiennent l'eau entraînant la submersion des plantes pour des périodes plus ou moins prolongées.

2.2 STAGNATION DE L'EAU EN SURFACE

La période pendant laquelle les plantes peuvent tolérer l'accumulation d'eau en surface dépend du type de sol, de la plante cultivée, du stade de croissance et de la température. D'après Coote and Zwerman (1969), les sols à pH neutre avec un contenu élevé en matière

organique et une température élevée vont manquer d'oxygène assez rapidement affectant ainsi les plantes. Les sols sableux peuvent tolérer une submersion plus prolongée que les argiles et les limons.

Il semble que le maïs est plus tolérant à la submersion que les légumineuses. Par contre, les cultures de luzerne et de blé d'hiver ne tolèrent pas l'accumulation d'eau durant l'hiver. Le dommage aux plantes surviendra inévitablement avec les cycles de gel et dégel de l'eau dans les dépressions.

Le drainage de surface et le drainage souterrain sont complémentaires l'un de l'autre. En effet, le drainage souterrain va réduire le ruissellement tandis que le drainage de surface réduira l'écoulement des drains (Schwab et Fouss, 1967). Selon Skaggs (1974), le drainage en surface est important lors d'évènements pluvieux de longue durée. En effet, lors des pluies de longue durée et d'intensité modérée, le profil deviendra saturé et de l'accumulation en surface pourra se produire dans les terrains irréguliers. En conséquence, le drainage souterrain devra évacuer l'eau accumulée dans les dépressions ce qui augmentera la durée de saturation du profil et le risque de dommage aux cultures.

2.3 LE BESOIN DES SOLS

De façon générale, tous les sols requièrent un drainage en surface dans nos conditions même si le drainage souterrain existe. Bien que le drainage en surface soit important pour les sols ayant des perméabilités de faibles à élevées, sa valeur est d'autant plus grande dans les sols où la conductivité est très faible et lorsque la nappe d'eau est peu profonde (Skaggs, 1974).

En ce sens, on portera une attention particulière aux sols ayant une conductivité hydraulique inférieure à 0,05 m/j ou ceux dont la profondeur perméable est inférieure à 1 mètre. Dans ces cas, le drainage souterrain n'est pas réalisable soit techniquement ou économiquement, et l'aménagement de surface devient le mode d'assainissement à préconiser.

Les sols limoneux, lorsqu'ils manquent d'humus et de calcium et contiennent moins de 10 pour cent d'argile sont appelés limons battants. Les pluies les tassent formant une croute de battance avec une infiltration réduite et les rendant imperméables en surface (Soltner, 1979). Ces limons sont particulièrement difficiles à assainir étant donné leur faible infiltration d'une part et leur susceptibilité à l'érosion d'autre part.

Dans ces cas, non seulement le modelé du terrain est nécessaire pour l'assainissement mais également l'amélioration de la stabilité structurale et de l'activité biologique par les amendements, la prairie et le travail du sol en bonnes conditions (Soltner, 1979).

3.0 LE MODE DE DRAINAGE UTILISE A CE JOUR

3.1 LE SYSTEME DE PLANCHES ARRONDIES

Le drainage par l'aménagement de la surface du sol en vue d'éliminer les eaux de ruissellement sont pratiqués depuis longtemps sous la forme de planches arrondies, de fossés et de rigoles.

L'amélioration du drainage par la création de planches larges et bombées à l'aide du labour fut introduite dans la province par l'abbé Joseph Richard vers 1900 , alors professeur à l'école d'Agriculture de Sainte-Anne de la Pocatière (Létourneau, 1985). Ce type de labour nommé "Labour Richard" s'appliquait bien aux terres fortes, planes et difficiles à égoutter.

Etant donné que la confection d'une planche arrondie par le labour Richard nécessitait plusieurs années, les agriculteurs accélèrent les travaux à l'aide de la pelle à chevaux. Finalement, l'avènement du "bulldozer" fut le moyen par excellence pour confectionner les planches arrondies.

La confection de planches arrondies s'est fortement intensifiée à la suite de programmes de subventions. Nous ne possédons pas de statistiques précises sur les sommes consacrées à l'arrondissement de planches depuis le début de l'ère des travaux mécanisés subventionnés. Toutefois, en 1976, le sous-ministre adjoint à l'agriculture soulignait que le ministère avait subventionné plus de 300 heures de travaux par ferme (Julien, 1976). Des statistiques compilées au niveau de la province pour la période de 1970 à 1981 inclusivement, révèlent qu'un total de 392 000 hectares furent améliorés par les travaux d'égouttement et d'arrondissement de planches, soit une proportion de 60 pour cent de tous les travaux mécanisés subventionnés dans cette période (D.G.G., 1985).

Une étude faite dans la région agricole de Nicolet pour l'année 1975, révéla que 2600 fermes avaient fait des travaux mécanisés pour un total de 97 500 heures. De ce total, 73 600 heures soit 75 pour cent furent consacrées à des travaux d'arrondissement de planches et de creusage de fossés (Asselin, 1977).

3.2 LES INCONVENIENTS DES PLANCHES ARRONDIES

De façon générale, on peut affirmer que le drainage par fossés et par arrondissement a contribué au développement de l'agriculture. Cependant, les exigences des cultures intensives de maïs et de la plus grosse machinerie utilisée sur nos fermes ont bien vite démontré la nécessité d'une nappe d'eau qui soit rabattue à une certaine profondeur.

Bien que le drainage souterrain soit la seule façon efficace de rabattre et de contrôler la nappe d'eau à une profondeur acceptable pour

répondre aux besoins des cultures et assurer la circulation des machines, beaucoup de fermiers sinon la plupart, ont exagéré l'arrondissement de planches et le creusage de fossés. Les producteurs ont accentué le bombement des planches bien plus dans un objectif de contribuer au rabattement de la nappe que dans le but d'éliminer les eaux superficielles.

Le modelage en planches bombées est néfaste à cause du déplacement du sol arable vers le centre. Nos observations sur quelques fermes dans la région de Nicolet ont révélé des épaisseurs de 40 à 50 cm de sol arable au centre de la planche alors que les côtés de la raie de curage sont dégarnis sur des largeurs de 5 à 6 mètres. Les mesures effectuées par De Kimpe et al. (1981) dans différents sites dans des champs de maïs en monoculture ont montré que l'épaisseur de l'horizon Ap variait de 15 à 41 cm.

Ces déplacements de terre vers le centre des planches crée une hétérogénéité du sol par rapport à la surface cultivée. Ainsi, on aura des variations considérables dans les contenus de matière organique ce qui aura une influence considérable sur d'autres propriétés. Dans ce sens, les résultats obtenus par De Kimpe et al. (1981) ont montré des contenus en matière organique variant entre 10 et 250 T/ha, les valeurs les plus élevées se retrouvant généralement au centre. Ils ont également observé que ces variations dans le contenu en matière organique avaient une influence, non seulement sur la densité réelle et apparente dans les sols de texture semblable, mais également sur la forme des courbes de retention en eau pour des tensions comprises entre 0 et 1,5 MPa. De façon générale, les plus grandes réserves en eau disponibles se retrouvèrent dans la partie élevée des planches.

Ces variations dans le contenu de la matière organique ont également une influence sur la quantité de fertilisants disponibles, et par conséquent sur le rendement des cultures. La plupart des champs à planches bombées présentent des variations énormes dans la hauteur des plants de maïs près des raies de curage et ceux sur les parties hautes. De Kimpe et al. (1981) rapporte que dans la majorité des cas étudiés, la taille minimum correspond aux rangs situés sur les parties basses de la planche.

Des mesures fragmentaires effectuées en 1986 sur un champ en pommes de terre dont l'arrondissement est prononcé, ont révélé des différences significatives pour la teneur en eau, le pH, le phosphore et la matière organique mesurés au centre et sur les bords des planches (Tableau 1). La teneur en eau plus élevée au bord des planches peut s'expliquer par le fait que la partie basse de la planche est plus près de la nappe.

TABLEAU 1.
Variation des analyses du sol sur des planches rondes sur une culture de pommes de terre. Ferme Arthur Valois, Notre-Dame du Bon Conseil.

MESURES	BORD DES PLANCHES			MILIEU DES PLANCHES			DIFFERENCE SIGNIFICATIVE
	$\bar{X}$	S	n	$\bar{X}$	S	n	à 95%
Teneur en eau, %	15,11	2,79	20	12,48	1,91	10	OUI
PH Eau	5,46	0,214	20	5,1	0,457	10	OUI
PH Tampon	6,59	0,265	20	6,42	0,239	10	NON
Matière organique,%	1,90	0,404	20	2,88	0,567	10	OUI
Phosphore, kg/ha	495	96,63	20	704	123,44	10	OUI
Potassium, kg/ha	123	54,38	20	112	42,84	9	NON
Calcium, kg/ha	459	96,35	20	471	167,5	10	NON
Magnésium, kg/ha	95,3	39,63	10	90,6	24,24	10	NON

Il n'est pas rare d'observer des planches de 30 m de largeur dont la hauteur au centre par rapport au fond de la raie de curage dépasse parfois 1 m. En supposant une forme en faîte à la planche, nous aurions alors une pente de plus de 3 pour cent pour les versants. Dans le cas de la planche arrondie, la pente varie et augmente considérablement à mesure que l'on approche de la raie de curage. Des pentes de l'ordre de 5 à 10 pour cent pour le bord des raies sont observées. Ces fortes pentes alliées à un faible contenu en matière organique du sol rendent les parties basses de la planche facilement érodables surtout en culture annuelle.

Il n'y a pas eu de mesures de faites au Québec pour quantifier l'érosion qui peut générer les fortes pluies sur des planches arrondies. Cependant, nous avons observé sur de tels aménagements en sols légers des taux d'érosion relativement élevés. De Kimpe (1981) a observé dans son étude, un fort degré d'érosion par les eaux de ruissellement sur au moins deux champs. Il a attribué cette érosion au faible contenu en matière organique et à l'arrondissement prononcé. Par ailleurs, les études américaines de Murphree et Mutchler (1981) révèlent que des sérieuses pertes de sol peuvent se produire même en terrain relativement plats. Les études sur des parcelles de Meyer et Harmon (1985) montrent que de forts taux d'érosion vont se produire dans les raies à mesure que leurs pentes s'accroîent de 0,5 à 2 pour cent. Ces observations montrent qu'une partie du sol érodé des côtés se dépose au fond de la raie si la pente est de 0,5 pour cent; par contre, tout le sédiment est entraîné lorsque la pente dépasse 2 pour cent.

4.0 METHODES D'AMENAGEMENT PROPOSEES

4.1 ASSURER LE DRAINAGE ET LA CONSERVATION DES RESSOURCES

Nous sommes d'accord sur les besoins en drainage de nos sols. Les exigences des plantes et de la circulation de la machinerie agricole seront assurées par la combinaison rationnelle du drainage souterrain et du drainage en surface.

Le drainage souterrain visera à contrôler: 1) la profondeur de la nappe; 2) à combler dans certains cas, les besoins en eau du sol par l'irrigation souterraine. Toutefois, cette deuxième fonction du drainage souterrain exige des conditions particulières qui doivent être identifiées par une étude approfondie du site. Nous croyons que le drainage souterrain doit être réalisé prioritairement partout où il est techniquement et économiquement faisable.

Les objectifs que doit rencontrer le drainage en surface sont les suivants : 1) assurer une répartition uniforme de la précipitation et favoriser son infiltration, 2) évacuer les eaux qui ne peuvent pas s'infiltrer et, 3) causer un minimum d'entraves à la circulation de la machinerie et aux opérations culturales.

Il peut sembler contradictoire d'exiger que l'aménagement en surface doit favoriser l'infiltration d'une part, et évacuer les eaux qui ne s'infiltre pas d'autre part. Cette antithèse se vérifie facilement sur des aménagements à fortes pentes comme les planches arrondies durant les orages d'été lorsque le sol est en déficit hydrique. Une bonne partie de la précipitation peut ruisseler alors que le sol ne peut pas pour répondre aux besoins en eau des cultures. En ce sens, l'aménagement de surface doit éliminer le ruissellement, mais ne pas le favoriser, surtout en période sèche.

L'aménagement du drainage en surface doit répondre aussi aux contraintes imposées par la mécanisation actuelle. Dans ce sens, les constructions doivent être traversales par la machinerie agricole et interférer le moins possible dans les opérations culturales.

De plus, les aménagements doivent être conçus en visant des déplacements minimums du sol arable, et on verra à concentrer les écoulements dans la pente la plus faible du terrain dans le but de réduire le risque d'érosion.

4.2 DEFINITION DES TERMES

4.2.1 Types de terrains

Nous considérons comme terrains plats ceux dont la pente générale est inférieure à 0,5 pour cent. Ces terrains peuvent exiger un modelage pour assurer l'écoulement en surface.

Les terrains dont la pente générale sera supérieure à 0,5 pour cent seront appelés terrains en pente. Dans ces derniers, des travaux d'aplanissement combinés à des constructions de drains de surface sont nécessaires pour l'évacuation des eaux de ruissellement.

4.2.2 Types de travaux d'aménagement

4.2.2.1 Modelage de planche

Le modelage en planche consiste à donner une forme particulière au terrain pour assurer l'écoulement de l'eau non infiltrée vers des raies de curage.

On pourra avoir un modelé en faîte dans les terrains dont la pente est de l'ordre de 0,15 pour cent et moins. Dans les terrains dont la pente se situe entre 0,15 et 0,5 pour cent, on pourra utiliser un modelé de planche à un seul versant perpendiculaire à la pente.

4.2.2.2 Aplanissement

Travaux qui visent à éliminer les irrégularités du terrain ou à rendre une surface plane dans le but de favoriser: 1) la distribution uniforme de la précipitation et, 2) assurer un écoulement uniforme sur toute la surface. Ces travaux ne changent pas la topographie générale du terrain, et ils suivent la pente naturelle du terrain.

4.2.2.3 Nivellement

Les travaux de nivellement au sens propre du terme consistent à modifier la surface d'un terrain selon certaines spécifications pour faciliter l'application uniforme de l'eau. Ces travaux sont surtout utilisés pour l'irrigation de surface (Rapp, 1963).

4.3 CHOIX DU MODE D'ASSAINISSEMENT

L'aménagement du drainage souterrain et de surface doit s'élaborer à partir de l'étude des propriétés physiques du sol et de la topographie du terrain. C'est en connaissant la texture, la conductivité hydraulique, la profondeur perméable du sol ainsi que la topographie que l'ingénieur en agriculture pourra recommander la formule d'assainissement pouvant le mieux répondre au besoin de la ferme. Le tableau 2 présente un guide pour choisir un mode de drainage en fonction de ces paramètres.

4.4 DESCRIPTION DES TYPES DE TRAVAUX

4.4.1 Modelage de planches en faîte

Le modelé en planche en faîte est le mieux adapté aux terrains plats dont les pentes sont inférieures à 0,15 pour cent (figure 1).

La largeur de la planche dépendra de la géométrie de la ferme, de la topographie et des quantités de sol à déplacer. La largeur minimale recommandée est de 60 mètres.

La pente des versants peut être aussi faible que 0,15 pour cent mais ne devrait pas excéder 0,5 pour cent. Aucune contrepente ou dépression ne doit subsister. On doit viser à un déplacement minimal du sol.

Les raies de curage doivent être orientées selon la plus faible pente du terrain en vue de minimiser les risques d'érosion. La pente maximale des raies de curage ne devrait pas dépasser 0,5 pour cent. En pratique, les talus de la raie de curage suivront la pente des versants. La figure 2 résume les caractéristiques de la planche en faîte.

4.4.2 Modelage de planche à 1 versant

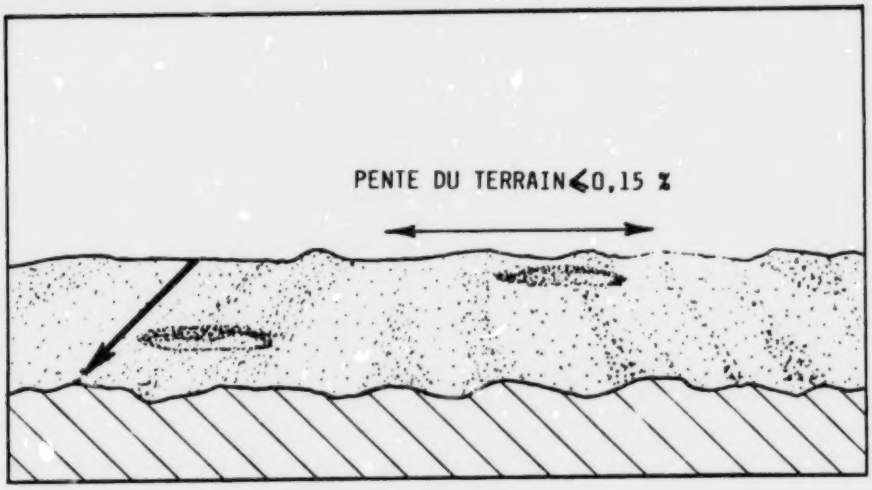
Ce type de construction peut s'appliquer avantageusement dans les terrains où la pente est comprise entre 0,15 et 0,5 pour cent. Cette forme consiste plus ou moins à aplanir le terrain selon sa plus grande pente et à construire une raie de curage suivant la plus faible pente (figure 3).

La largeur du versant sera variable selon les conditions. Il devrait être d'au moins 60 m si l'on cultive sur la longueur de la planche. La raie de curage suivra les mêmes critères de construction que le cas précédent.

TABLEAU 2.
Choix du drainage en fonction de la topographie et des propriétés du sol.

Conductivité hydraulique (K) et Profondeur perméable (P)	PENTE DU TERRAIN (S)			
	$S \leq 0,15\%$	$0,15\% < S \leq 0,25\%$	$0,25\% < S \leq 1,0\%$	$S > 1,0\%$
$K < 0,05$ m/j $1 < P < 2$ m	Planche en faite parallèle à la pente (A)	Planche à 1 versant perpendiculaire à la pente (B)	Aplanissement suivant la pente + Rigole d'interception (C)	Aplanissement + Rigole d'interception + Voie d'eau engazonnée (D)
$0,05 < K < 0,1$ m/j $1 < P < 2$ m	A + D.S.	B + D.S.	C + D.S.	D + D.S.
$0,01 < K < 0,5$ m/j $1 < P < 2$ m	A + D.S.	B + D.S.	C + D.S.	D + D.S.
$0,05 < K < 1,0$ m/j $1 < P < 2$ m	A + D.S.	B + D.S.	C + D.S.	D + D.S.
$1,0 < K < 5,0$ m/j $1 < P < 2$ m	A + D.S.	B + D.S.	C + D.S.	D + D.S.
$K > 5$ m/j $1 < P < 2$ m	Aplanissement + D.S.	Aplanissement + D.S.	C + D.S.	D + D.S.

D.S. = DRAINAGE SOUTERRAIN



DANS LES TERRAINS A FAIBLE PENTE ⩽ 0,15 %
ET SELON LEUR PERMEABILITE, ON POURRA
UTILISER LA PLANCHE EN FAITE

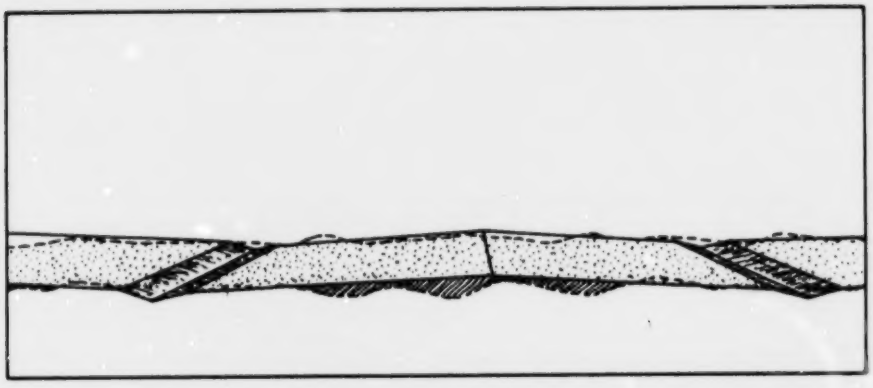


FIGURE 1 LA PLANCHE EN FAITE

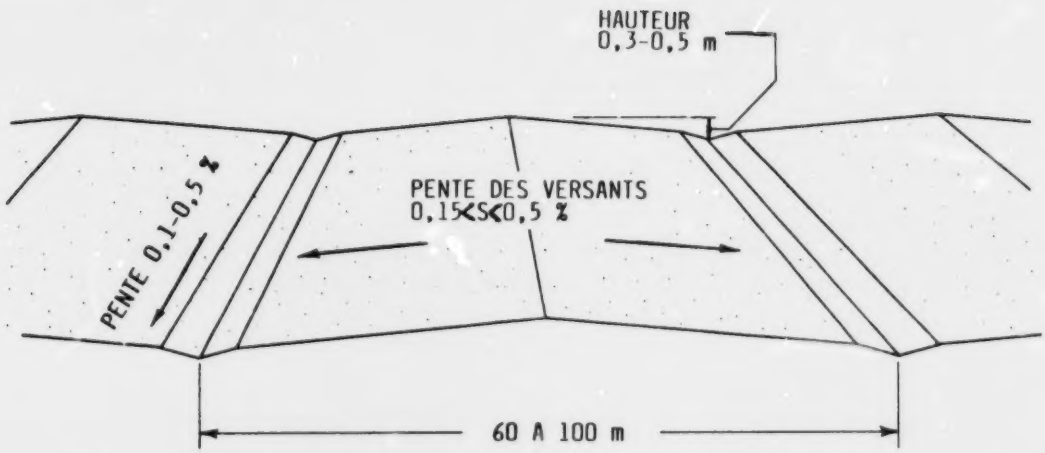
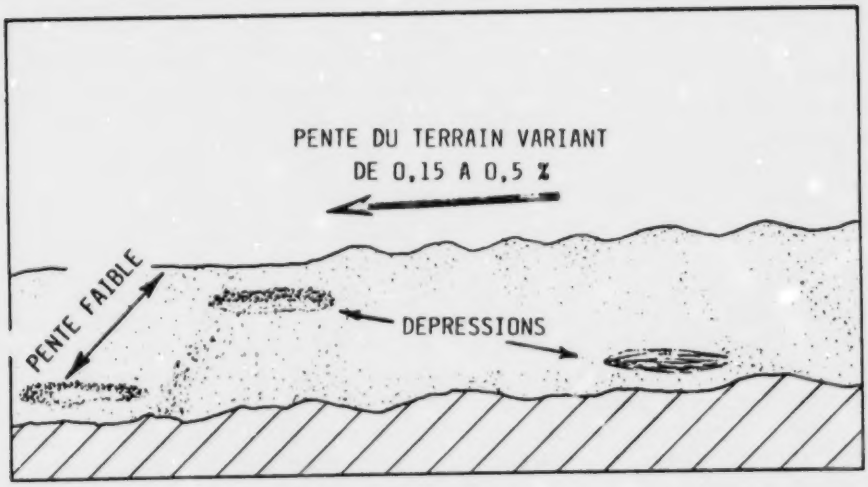


FIGURE 2. CARACTERISTIQUES DE LA PLANCHE EN FAITE



CONSTRUCTION DE PLANCHE A 1 VERSANT PERPENDICULAIRE A LA PENTE LA PLUS FORTE. LA RAIE DE CURAGE EST SELON LA PLUS FAIBLE PENTE

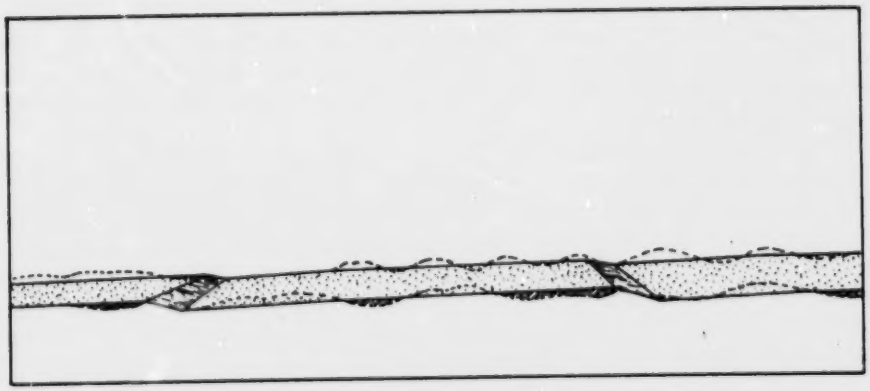


FIGURE 3. CONSTRUCTION DES PLANCHES A UN VERSANT

4.4.3 Aplanissement du sol

Dans les terrains dont la pente est supérieure à 0,5 pour cent, les travaux recommandés sont de l'aplanissement dans le sens de la plus grande pente en vue d'éliminer les dépressions dont la profondeur ne dépasse pas 30 centimètres et répartir l'écoulement sur toute la surface.

Dans le cas où des dépressions majeures existent, elles pourront être drainées soit par une canalisation souterraine ou une canalisation de surface (figure 4). Il s'agit aussi de suivre les voies naturelles d'évacuation.

Dans le cas de terrains en pente longue et régulière, l'aplanissement fait suivant la pente sera combiné à des rigoles d'interception dans le but de raccourcir la pente. L'espacement des rigoles dépendra de plusieurs facteurs dont la pente, la récurrence des précipitations, le type de cultures. Un espacement de 400 m semble être un maximum dans le cas de culture en rangs comme la pomme de terre et le maïs à condition que la pente du terrain ne dépasse pas 0,5 pour cent. Dans les terrains à pentes plus fortes, 1 pour cent et plus, l'espacement entre les rigoles d'interception devra être moindre. Ces rigoles d'interception doivent acheminer l'eau vers une voie d'eau qui pourra être tenue engazonnée en permanence (figure 5).

4.4.4 Les rigoles d'interception

Les rigoles d'interception sont des canaux d'évacuation placés en travers de la plus grande pente. Ils servent à raccourcir la longueur de la pente et à acheminer l'eau vers une voie d'eau engazonnée (figure 6).

Elles seront aussi utilisées pour évacuer l'eau provenant des raies de curage dans les cas où leur longueur excède les limites permises. Elles pourront être également utiles pour capter et évacuer l'eau au pied d'un côteau.

Les rigoles d'interception seront en forme trapézoïdale ou en V. Dans la plupart des conditions, 0,15 m sera la profondeur minimale alors que 0,45 m sera considérée comme un maximum (Coote and Zwerman, 1969). Les côtés auront une pente inférieure à 10:1 de façon à ce que la machinerie puisse les traverser. Le fermier doit prendre soin de relever les instruments lorsqu'il traverse les canaux d'interception. Le tableau 3 présente les paramètres de construction.

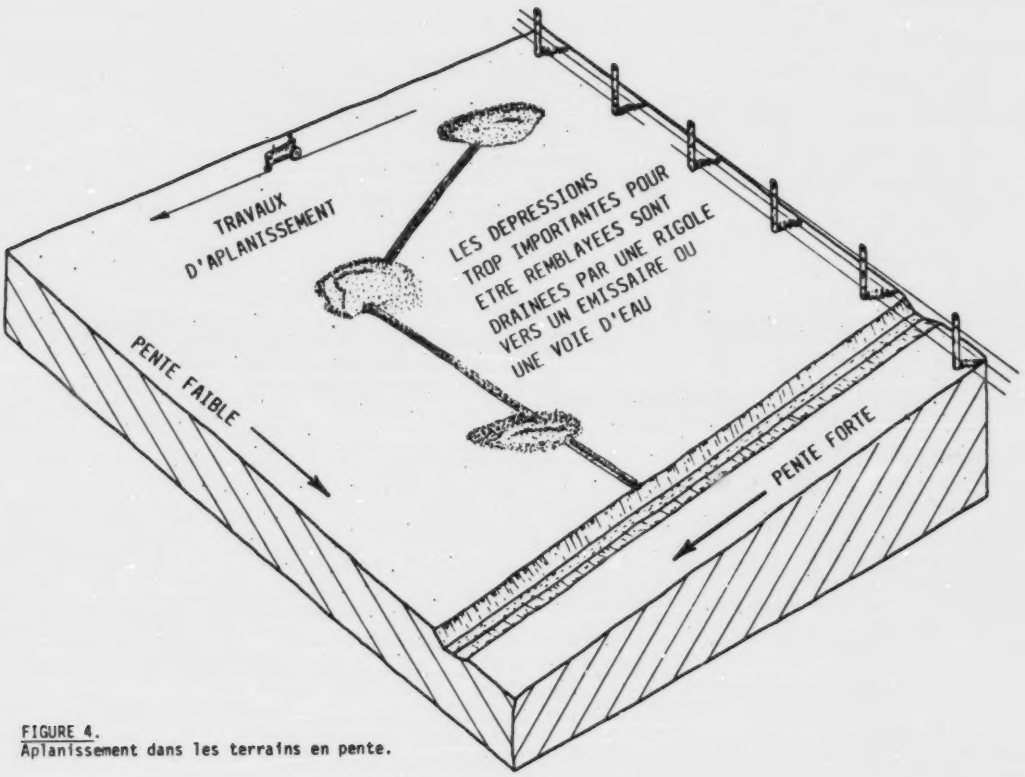


FIGURE 4.
Aplanissement dans les terrains en pente.

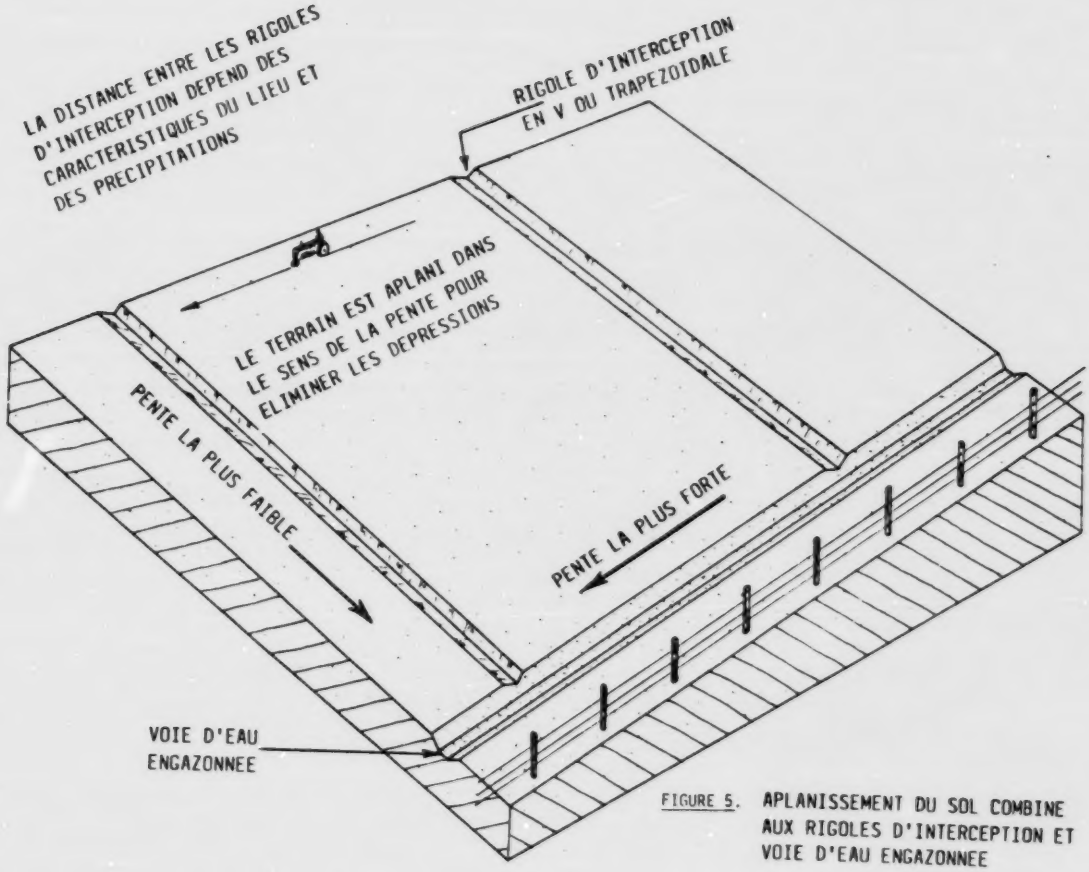
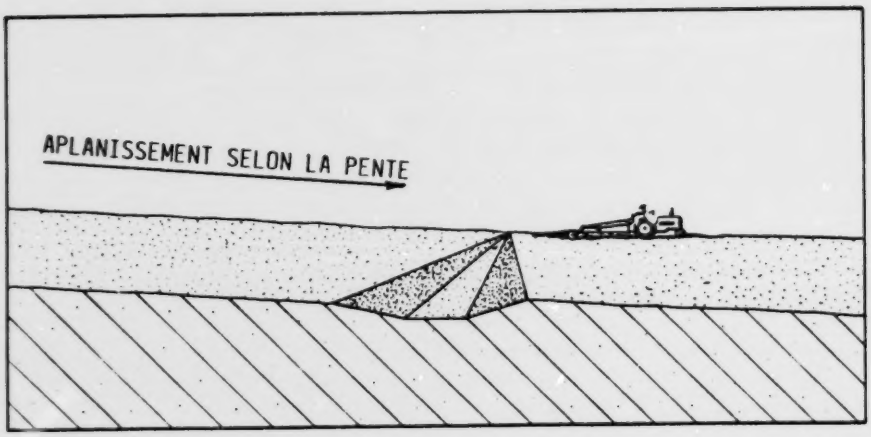


FIGURE 5. APLANISSEMENT DU SOL COMBINE AUX RIGOLES D'INTERCEPTION ET VOIE D'EAU ENGAZONNEE

CAS DES TERRAINS DONT LA
PENTE EST COMPRISE $0,5 \leq S \leq 2$ %



APLANISSEMENT SELON LA PENTE ET CONSTRUCTION DE RIGOLES D'INTERCEPTION EN TRAVERS DE LA PENTE. LES RIGOLES D'INTERCEPTION PEUVENT ETRE TRAPEZOIDALES OU EN V.

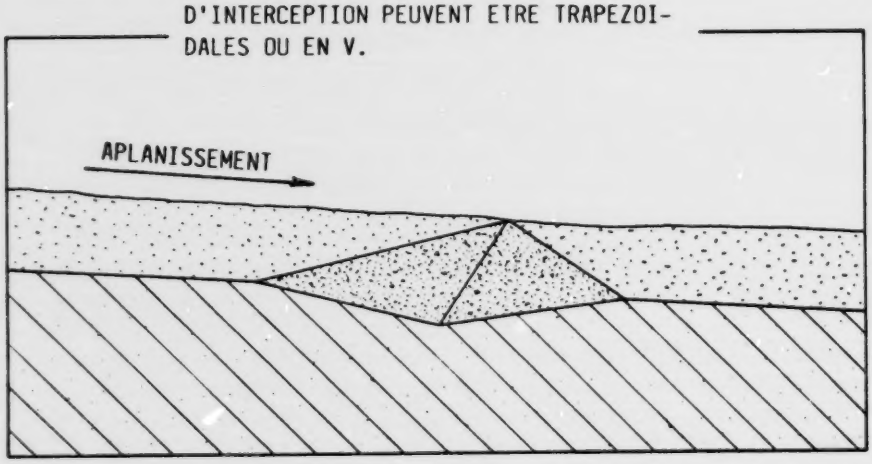


FIGURE 6. COMBINAISON DE L'APLANISSEMENT ET DES RIGOLES D'INTERCEPTION

TABLEAU 3.
Construction d'une rigole d'interception.

FORME	TRIANGULAIRE	TRAPEZOIDALE
Profondeur, m	0,25	0,15 - 0,25
Pente des côtés	IV : 10H	IV : 10H
Largeur au fond, m	----	1,5
Largeur au sommet, m	7	5
Section, m^3	0,4 - 0,7	0,4 - 0,7
Pente, %	0,1 - 1,0	0,1 - 1,0

Source : Raadsma and Schulze (1974).

TABLEAU 4 .
Dimensions minimales pour la voie d'eau engazonnée.

	FORME DE LA VOIE D'EAU		
	TRAPEZOIDALE	PARABOLIQUE	TRIANGULAIRE
Largeur au fond, m	2,5	2,5	---
Profondeur, m	0,3 - 0,45	0,2 - 0,3	0,2 - 0,45
Pente des talus, (max.)	4:1	4:1	4:1
" " " (opt.)	10:1	10:1	10:1
Section minimale (m^3)	0,7 - 0,9	0,7 - 0,9	0,7 - 0,9

Source : Schwab et al., 1966 ; Raadsma and Schulze, 1974.

4.4.5 Les voies engazonnées

Lorsque l'on devra évacuer l'eau dans des canaux dont la pente excède les limites permises pour les canaux nus, on construira des voies d'eau que l'on maintiendra engazonnées en permanence.

D'après A.S.A.E. (1981), les canaux d'évacuation dont les pentes excèdent 0,3 pour cent devraient être en végétation. La capacité de la voie d'eau devrait être basée d'après le ruissellement de la superficie drainée. Schwab (1966) considère qu'une précipitation dont la récurrence est de 10 ans est un critère sensé pour la conception.

La voie d'eau engazonnée peut être de forme trapézoïdale, parabolique ou en V. La forme parabolique est celle qui se rapproche le plus des canaux naturels et la plupart du temps les voies d'eau en V ou trapézoïdales tendent à prendre cette forme après quelques années (Schwab et al., 1966).

Diverses espèces sont recommandées pour l'ensemencement. Le mélange doit comprendre une plante annuelle qui s'établit très rapidement et des espèces vivaces. Le sol doit être chaulé et fertilisé en accord avec les analyses et le besoin des espèces.

4.5 REALISATION DES TRAVAUX

4.5.1 Levé topographique

Un levé topographique est essentiel pour établir la pente du terrain et planifier la réalisation de travaux impliquant un déplacement minimal de sol. Des ouvrages avec des pentes aussi faibles que 0,15 pour cent, ne peuvent plus être conçus par l'opérateur de la machine comme cela a toujours été le cas dans les travaux mécanisés.

Un plan des travaux, situant les types ouvrages, les pentes à respecter, l'emplacement des canalisations, est un prérequis avant l'entrée d'une machine au champ.

Toute la planification des travaux d'assainissement et de conservation devraient être faite en même temps. Ainsi, la réalisation des travaux devrait inclure drainage souterrain, drainage en surface et mesures de protection contre l'érosion.

4.5.2 Réalisation des travaux

Pour que la machinerie soit efficace, les travaux doivent se faire sur sol sec préalablement labouré, hersé et où les résidus de récoltes sont partiellement décomposés. Les gros déchets ou roches doivent être enlevés avant les travaux.

D'après Zwerman (1969), aucun travaux d'aplanissement ne devrait être fait sur les sols à texture fine lorsqu'ils sont humides, car les mottes qui sont alors formées ne seront pas granulées avant plusieurs années par les effets du gel.

Ces travaux sont le mieux réalisés en été lorsque le sol est sec. A cet effet, le producteur a avantage de prévoir une culture, comme l'orge, qui libèrera le champ assez tôt. Pendant les opérations d'aplanissement, le passage d'une herse ameubliera le sol et facilitera son transport. Le nombre de passes de l'instrument nécessaires pour uniformiser le terrain dépend de sa rugosité initiale ou de l'amplitude entre les buttes et les dépressions. Les différentes passes de la niveleuse se font sur la longueur et dans les diagonales du champ. Les travaux d'aplanissement engendrent une compaction du sol; il est recommandé qu'un labour soit effectué après les travaux. pour briser cette couche (Asselin, 1980).

4.5.3 Machinerie à utiliser

Etant donné que l'aplanissement implique des pentes très faibles, la précision de l'outil est très importante pour réaliser cette pratique. Le bulldozer est efficace pour transporter de la terre sur de courtes distances. Etant donné sa faible portée, le contrôle du niveau est très difficile et il n'est pas adapté à un travail de précision comme l'exige l'aplanissement.

L'aplanissement peut être réalisé par des niveleuses de ferme à grande portée (10 m et plus) qui sont fabriquées par des artisans ou commercialement. Ces outils exigent un tracteur dont la puissance est de l'ordre de 75 kW et ayant des roues jumelées pour diminuer le compactage, mais principalement pour augmenter la traction. Le producteur ayant sa niveleuse peut faire un premier travail d'aplanissement, et il peut réaliser des planches en faîte dont la pente peut se situer entre 0,5 et 1 pour cent (Monfet, 1980).

La précision de ces niveleuses dépend de leur portée. Il est possible d'obtenir une précision de l'ordre de 2 - 3 cm dans le nivellement avec certaines niveleuses fabriquées commercialement, dont la longueur peut atteindre 25 m. Ces outils sont surtout utilisés en régions semi-arides pour aplanir la surface du sol, afin d'accroître l'efficacité de l'irrigation (Johnson et al., 1978).

Toutefois, l'obtention d'un travail fini avec des pentes aussi faibles que 0,15 pour cent et sans contrepente exige une niveleuse contrôlée au laser. Le nivellement au laser peut atteindre des précisions très grandes. Par exemple, on rapporte des aplanissements faits aux Etats-Unis pour l'irrigation de surface avec des pentes inférieures de l'ordre de 4 cm par 400 mètres (Laserplane, 1982). Dedrick (1979) rapporte également des travaux de nivellement où il a

obtenu une précision de 15 mm sur 80 pour cent de la surface du champ par rapport à l'élévation moyenne.

Dans nos conditions pour des terrains dont la rugosité est moyenne, c'est-à-dire que l'amplitude entre les buttes et les dépressions ne dépasse pas 30 centimètres, l'aplanissement exigera environ 3 heures par hectare. Dans les terrains où les planches sont fortement arrondies, il est préférable d'utiliser un bélier mécanique pour effectuer un aplanissement préliminaire avant le passage de la niveleuse au laser.

4.5.4 Suivi des travaux

L'aplanissement est une opération de longue haleine. A cause de la reprise de densité du sol dans les parties remblayées, on devra répéter les travaux sur plusieurs années afin d'obtenir un degré de finition acceptable qui élimine toutes les dépressions.

Pour les deux ou trois années suivant la construction initiale, nous recommandons une culture annuelle comme l'orge, qui permettra de répéter l'opération afin de remblayer les dépressions mineures apparues subséquemment à la reprise de densité du sol dans les parties basses.

Maintenir le champ en bonnes conditions après la réalisation des travaux est de toute première importance. A cet effet, les labours et le travail du sol doivent être faits avec précaution. L'utilisation d'une charrue à versoirs réversibles est recommandée.

Enfin, il faut se mettre dans l'idée que l'aplanissement ou le passage de la niveleuse doit se répéter assez régulièrement pour corriger les imperfections laissées par les instruments de culture.

4.5.5 Résultats obtenus à date

La technique d'aplanissement des sols est utilisée depuis au moins 30 ans aux Etats-Unis pour répondre aux besoins du drainage de surface (Borden, 1956). Dans l'état de New-York, Zwermann (1969) rapporte que dans les champs aplanis les semis étaient réalisés de 1 à 2 semaines plus tôt, et des champs de luzerne avaient des durées de 5 à 10 ans. D'autres avantages comme l'amélioration du rendement des machineries agricoles, un ressuyage plus uniforme du champ après les pluies sont également cités dans la littérature (Buras et al., 1970).

Nous avons quelques fermes dans la région de Nicolet où des aplanissements avec des pentes aussi faibles que 0,15 pour cent ont été réalisés. Les observations recueillies à date ont montré que ces champs ont permis un accès plus hâtif au printemps et un ressuyage plus uniforme à la suite des pluies. Pour la plupart, ces fermes sont drainées et elles produisent du maïs-grain ou des céréales à paille.

Les premiers adeptes de l'aplanissement dans la région 04 furent les producteurs de pommes de terre. En effet, en 1979 des essais de niveleuse de ferme furent réalisés sur la ferme de M. Maurice Ouellette de Saint-Léonard d'Aston. A date, la plupart de ces producteurs font à tous les ans des travaux en vue d'aplanir leurs champs et éliminer progressivement les anciennes planches. Il faut donc en conclure à la valeur de la technique.

5.0 CONCLUSIONS

L'aplanissement du sol est une technique d'aménagement de surface pratiquée depuis plus de 30 ans aux Etats-Unis.

L'arrondissement en planches a été grandement utilisé dans nos conditions pour améliorer l'assainissement des sols. Les producteurs ont exagéré l'arrondissement bien plus dans un but de rabattre la nappe au centre de la planche que pour évacuer les eaux non infiltrées.

La plupart de nos sols peuvent être avantageusement drainés par conduites enterrées dans le but de contrôler la profondeur de la nappe conformément aux exigences des cultures et de la circulation de la machinerie agricole.

L'aménagement du drainage en surface par un léger modelage en planches dans les terrains à très faible pente ou tout simplement par des travaux d'aplanissement permettrait l'évacuation des eaux de surface. Ces travaux doivent viser le contrôle de l'érosion. Les niveleuses équipées d'un contrôle au laser permettent de réaliser des ouvrages impliquant des pentes faibles et des déplacements minimums du sol.

Toutefois avant de commencer des travaux d'assainissement, le producteur soucieux de sa ressource-sol verra à retenir les services d'un professionnel en drainage, afin que ce dernier lui prépare un plan des ouvrages à construire, le tout basé sur une étude des propriétés du sol et des besoins de la ferme.

REFERENCES

A.S.A.E., 1981. Design and construction of surface drainage systems on farms in humid areas. Engineering practice 302.2. American Society of Agricultural Engineers, Yearbook, pp: 452-459.

ASSELIN, R., 1980. Le drainage de surface et le nivellement du sol. Dans: Egouttement superficiel. 8e Colloque de Génie Rural, Université Laval, pp: 55-69.

ASSELIN, R., 1977. Projet d'une nouvelle formule d'intervention pour les travaux d'amélioration foncière. Bureau régional 04, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Nicolet.

ASSELIN, R., A. Boudreau, M. Brouillette et C. Nolet, 1985. Cahier de Normes en drainage de surface. (En préparation). Commission du Génie Rural, C.P.V.Q.

BORDEN, J.W., 1956. Land smoothing for Improved Drainage. Agricultural engineering, Vol. 37, No 6.

BURAS, N. and G. Manor, 1970. Field comparison of land smoothers. Transactions of the ASAE, pp. 639-640, 643.

COOTE, D.R. and P.J. Zwermann, 1969. Surface drainage of flat lands in the Eastern United States. Extension bulletin 1224, New York State College of Agricltural and Life Sciences, Cornell University.

DE KIMPE, C.R., M.R. Laverdière et J. Zizka, 1981. Effet du modelage des champs sur l'hétérogénéité des sols et les rendements en maïs-grain. Canadian Journal Soil Science, 61: 225-236, Mai.

D.G.G., 1985. Statistiques sur les travaux mécanisés. Direction Générale du Génie, 1020, route de l'Eglise, Ste Foy.

HAMEL, Ruel & Associés, 1976. Nivellement et égouttement superficiel. Deuxième rapport d'étape. Conseil des recherches agricoles du Québec, 200-A, Chemin Ste Foy, Québec.

JOHNSON, S.H., C.M. Hussain, Z.S. Khan and C.B. Ali, 1978. The economics of precision leveling in Pakistan. Research report, U.S., Agency for International Aid, Contract AID/ta-C1411.

JULIEN, C., 1976. Revue Machinerie Lourde, Nov.-Déc., p. 26.

LASERPLANE CORPOR, 1982. Land and Water Management. Vol. 1, No 3, February.

LETOURNEAU, Marcel, 1985. Communication personnelle, I.T.A., La Pocatière.

MEYER, L.D. and W.C. Harmon, 1985. Sediment losses from croplands furrows of differents gradients. Transactions of the A.S.A.E, pp: 448-453, 461, August.

MONFET, J., 1980. Le rendement hydrique de trois types d'aménagement superficiel. Dans: Egouttement superficiel. 8e Colloque de Génie Rural, Département de Génie Rural, Janvier, pp: 29-53.

MURPHREE, C.E. and C.K. Mutchler, 1981. Sediment yield from a flatland watershed. Transactions of the A.S.A.E., 24(4): 966-969.

RAADSMA, S. and F.E. Schulze, 1974. Surface field drainage systems. Dans : Design and management of drainage systems, Volume IV, Publication 16, pp: 69-121. International Institute for land and Water Improvement, Wageningen, The Netherlands.

RAPP, E., 1963. Engineering aspects of land leveling. Publication 1145, Prairie Farm Rehabilitation Administration, Canada Department of Agriculture, Research Station, Lethbridge, Alberta.

SCHWAB, G.O. and J.L. Fouss, 1967. Tile flow and surface runoff from drainage systems with corn and grass cover. Transactions of A.S.A.E., Vol. 10, No 4, pp. 492, 493, 496.

SCHWAB, G.O., R. Frevert, T.W. Edminster and K.K. Barnes, 1966. Soil and water conservation engineering. Chapter 9, John Wiley & Sons, Second edition, pp:227-244.

SKAGGS, R.W., 1974. The effect of surface drainage on water table response to rainfall. Transactions of the A.S.A.E., Vol. 17, No 3, pp:406-411.

SOLTNER, D., 1979. Les constituants du sol. Dans : Les bases de la production végétale, Tome I. Collection Sciences et techniques agricoles, Le Clos Lorelle, 49000 Angers.

LA ROTATION DES CULTURES DANS LA PRODUCTION DES POMMES DE TERRE: UN OUTIL POUR LA GESTION DES SOLS

CONFÉRENCE PRÉSENTÉE LE
14 NOVEMBRE 1986 LORS DU
SYMPOSIUM DE LA POMMES DE TERRE

PRÉPARÉE PAR

GHISLAIN J. PELLETIER, AGRONOME
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE
L'AMÉNAGEMENT RURAL DU
NOUVEAU-BRUNSWICK
GRAND-SAULT

LA ROTATION DES CULTURES DANS LA PRODUCTION DES POMMES DE TERRE: UN OUTIL POUR LA GESTION DES SOLS

Mesdames,
Messieurs,

Je tiens à remercier Madame Hélène Boisvert et le Comité des pommes de terre du Conseil des productions végétales du Québec pour l'occasion qu'ils me donnent aujourd'hui de vous parler de rotation des cultures dans la production de la pomme de terre. J'ai, au cours des dernières années, assisté à deux de vos symposiums sur la pomme de terre et je me dois de vous avouer que je les ai trouvés riches et fertiles en renseignements.

Je vais donc durant les prochaines minutes à ma disposition, discuter de ce qui conserve justement la richesse et la fertilité d'un bon sol à pomme de terre, la rotation des cultures et ce en m'inspirant de l'expérience du Nouveau-Brunswick dans ce domaine.

DEFINITION ET OBJECTIFS D'UNE BONNE ROTATION DES CULTURES

Tout d'abord, c'est quoi une bonne rotation? Le petit Larousse défini rotation des cultures ou si vous préférez assolement comme étant "la succession méthodique des cultures sur un même terrain pour assurer la conservation de la fertilité des sols: l'assolement est la base de toute culture intensive". Mais, la pomme de terre est-ce que c'est une culture intensive? A la façon dont on produit des pommes de terre, je ne connais pas grand chose de plus intensif. En moins de six mois on labour le sol, on le herse, on y place une quantité appréciable d'engrais chimique en effectuant la plantation, on le sarcle, on le butte, on s'en sert comme support pour y effectuer les nombreux arrosages et puis, à la récolte, à l'aide de monstres pesant des tonnes, on le crible pour en retirer les 200 à 300 quintaux de tubercules par acre. On le laisse ensuite dénudé de toute végétation passer l'hiver. En retour, on lui demande de donner un environnement favorable pour le développement des plants et des tubercules, de fournir dans les bonnes proportions les éléments nutritifs, l'air et l'eau nécessaires à l'obtention d'une bonne récolte et ce en dépit des sautes d'humeur de Dame Nature.

Cette exploitation intensive des sols sur plusieurs années résulte en une baisse du contenu de la matière organique, un tassement du sol, une érosion excessive du sol par l'eau, le développement de certaines maladies et la prolifération de certaines insectes. Tout ceci se traduit par une baisse de la productivité de nos sols et, conséquemment, par une baisse du rendement en tubercules de qualité.

L'emploi généralisé des engrais chimiques dans la production de la pomme de terre assure dans une certaine mesure la fertilité du sol, mais ces engrais chimiques ne peuvent pas donner au sol les propriétés physiques garantes d'une bonne récolte de pommes de terre.

On peut résumer en deux points les objectifs d'une bonne rotation avec la pomme de terre:

1. Réduire les dommages causés par certains organismes du sol.

2. Assurer une bonne structure du sol en maintenant son contenu en matière organique et en réduisant l'érosion du sol.

C'est sur ce dernier point, mais non le moindre, qu'il sera question aujourd'hui.

UN MEILLEUR RENDEMENT DE QUALITE

Il y a deux composantes du rendement commercialisable à considérer. D'une part, le rendement total de tubercules produits par acre et, d'autre part, la fraction commercialisable de ce rendement. Vous comprenderez alors que la première composante, bien qu'elle puisse remplir vos entrepôts "à craquer", n'est pas une garantie "d'argent en banque" à la fin de la saison de commercialisation.

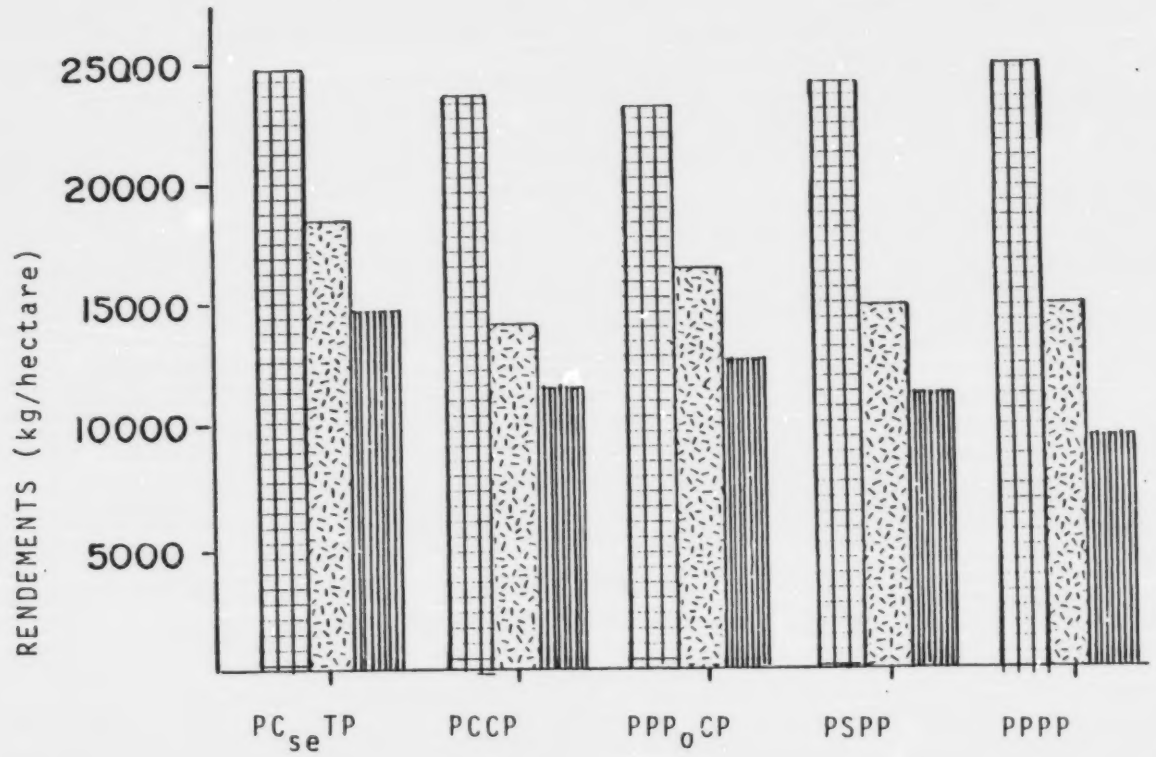
Ainsi au terme d'un projet de démonstration à l'échelle commerciale d'une durée de quatre années dans la région de Grand-Sault, Jérôme Damboise et son équipe ont obtenu un rendement total semblable pour les cinq programmes de rotation incluant la monoculture de la pomme de terre, mais un accroissement moyen de 10% du rendement commercialisable (figure 1). Les cultures de rotation comprenaient le blé, le trèfle rouge, le sarrasin et les pois. Cette étude a aussi permis de dégager une importante relation entre le rendement en tubercules et le contenu en matière organique du sol (figure 2).

Dans une autre étude qui eu lieu de 1964 à 1976 à la ferme de recherche à Presque Isle, Maine, Murphy et Rourke n'ont commencé à observer de différences significatives entre les parcelles en rotation et les parcelles cultivées continuellement en pommes de terre qu'à partir de 1971. De 1971 à 1976, les parcelles en rotation ont donné des rendements commercialisables moyen de 14 à 26% plus élevés pour les parcelles en rotation comparativement aux parcelles continuellement cultivées en pommes de terre(tableau 1).

Ces études démontrent entre autre que l'effet de la rotation des cultures est un effet à long terme et que cet effet est beaucoup plus sensible sur le rendement commercialisable que sur le rendement total.

FIGURE 1

INFLUENCE DU TYPE DE ROTATION SUR LES RENDEMENTS EN TUBERCULES TOTAUX, COMMERCIALISABLES ET CANADA NO. 1 DE LA VARIETE SHEPODY



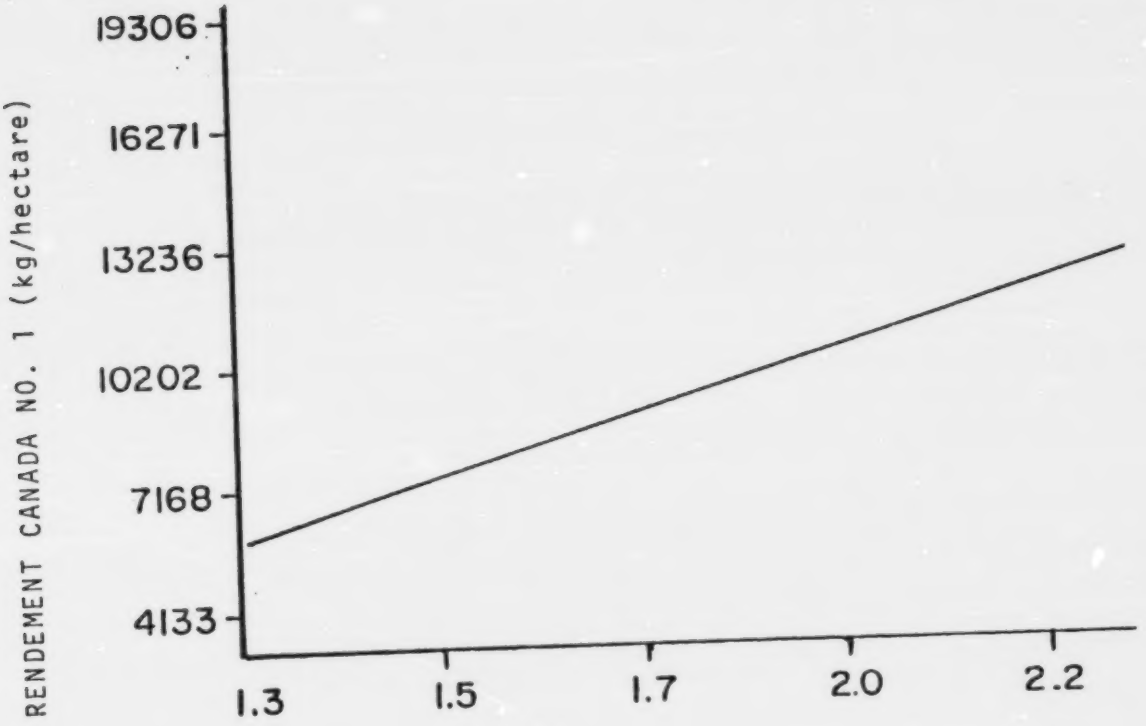
LEGENDE:

C : CEREALES
C_{se} : CEREALES SOUS-ENSEMENCEES
P : POMME DE TERRE
Po : Pois
S : SARRASIN
T : TREFLE

SOURCE: DAMBOISE, J. ET COLL. 1983 PROJET DE ROTATION DES CULTURES. RAPPORTS DE RECHERCHES SUR L'ADAPTATION. MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'AMENAGEMENT RURAL DU NOUVEAU-BRUNSWICK.

FIGURE 2

RELATION ENTRE LE CONTENU EN MATIERE ORGANIQUE DU SOL ET LE RENDEMENT DE TUBERCULES CANADA NO. 1 DE LA VARIETE SHEPODY.



SOURCE: DAMBOISE, J. ET COLL. 1983. PROJET DE ROTATION DES CULTURES. RAPPORTS DE RECHERCHES SUR L'ADAPTATION. MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'AMENAGEMENT RURAL DU NOUVEAU-BRUNSWICK.

TABLEAU 1

INFLUENCE DU TYPE DE ROTATIONS DES CULTURES SUR LES RENDEMENTS EN TUBERCULES COMMERCIALISABLES DE LA VARIETE KENNEBEC POUR LA PERIODE DE 1971 A 1976.

Cultures de rotation	Rendements (quintaux/acre) Commercialisable (relatif)	Total (relatif)	Nombre d'année en production de pommes de terre
Mais	244 (126)	320.2 (111)	3
Avoine	221 (114)	317.2 (110)	3
Pois	222 (114)	299.8 (104)	3
Pommes de terre	194 (100)	289.5 (100)	6

SOURCE: MURPHY, H.J. ET ROURKE, R.V. 1976. CROP ROTATIONS AS THEY INFLUENCE POTATO YIELD AND SOIL TILTH. MAINE AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION.

APPORT DE MATIERE ORGANIQUE

Les cultures en rotation avec la pomme de terre, en plus de réduire les dommages causés par les organismes du sol, apportent de la matière organique qui sera enfouie dans le sol. Cette matière organique sera alors soumise aux nombreux processus de décomposition dans le sol pour finalement être convertie en humus. L'humus est cette fraction stable de la matière organique que l'on retrouve dans le sol. Même s'il ne représente qu'une faible fraction du volume total du sol (1 à 4% du volume des sols minéraux), il n'en joue pas moins un rôle important en lui donnant son potentiel de productivité. Ainsi dans un sol contenant 4% d'humus, au moins la moitié de la capacité d'échange cationique résulte de la fraction humus. L'humus agit un peu comme une éponge, il permet au sol de mieux retenir l'eau qui sera utilisée par les plantes. Il augmente la friabilité du sol et améliore la diffusion de l'air et l'infiltration de l'eau. Même si cette substance est stable, elle se perd quand même de deux façons: par l'érosion du sol et par l'oxydation résultant du travail du sol. Alors, il devient important de retourner au sol des résidus de cultures ou autres amendements organiques pour à tout le moins assurer le maintien du contenu en humus.

Pour les sols minéraux cultivés en pommes de terre, au moins 1000 livres de matière sèche par acre annuellement sont nécessaires pour assurer le maintien du contenu en humus. Au moins le double (2000 livres de matière sèche par acre annuellement) de cette matière sèche est nécessaire pour augmenter le contenu en humus.

La quantité et la qualité de la matière organique apportée au sol dépendent du type de cultures utilisées (légumineuses vs non-légumineuses), la régie de la culture en rotation (chaulage, fertilisation, coupe), le but de la culture en rotation (prélèvement de la récolte ou enfouissement sous forme d'engrais vert).

LES CULTURES UTILISEES EN ROTATION AVEC LA POMME DE TERRE

LEGUMINEUSES

Dans ce groupe, les trèfles (rouge, incarnat et d'odeur) et les pois sont des cultures de rotations appropriées avec la production de la pomme de terre.

Avantages des légumineuses

Les légumineuses ont un rapport carbone/azote (C/N) étroit. En se décomposant dans le sol, elles peuvent fournir une quantité appréciable d'azote à la culture de la pomme de terre.

Inconvénients des légumineuses

L'émergence et la croissance sont lentes l'année du semis. Offrent peu de compétition aux mauvaises herbes cette même année. Demande un pH plus élevé que la pomme de terre. Le rendement en matière sèche est plus faible que celui des non-légumineuses la première année du semis. Certaines cultures vont favoriser le développement des organismes du sol causant la verticilliose et la rhizoctonie.

NON-LEGUMINEUSES

Dans ce groupe, l'avoine, l'orge, le blé, le seigle d'automne, le sarrasin, le brocoli, le ray grass, et le millet japonais sont des cultures de rotation appropriées avec la production de la pomme de terre.

Avantages des non-légumineuses

L'émergence et la croissance sont rapides. Elles offrent une bonne compétition aux mauvaises herbes. Elles donnent un rendement de matière sèche plus élevé que celui des légumineuses. Ayant un rapport C/N élevé, les résidus de ces cultures persistent plus longtemps dans le sol.

Inconvénients des non-légumineuses

Ayant un rapport C/N élevé, les résidus de non-légumineuses mobilisent une certaine quantité de l'azote du sol pour leur décomposition. Il peut être nécessaire d'épandre un engrais azoté avant l'enfouissement des résidus ou d'augmenter la fertilisation azotée pour la culture de la pomme de terre.

CARACTERISTIQUES DE QUELQUES CULTURES UTILISEES EN ROTATION AVEC LA POMME DE TERRE

Divisons ces cultures en deux groupes:

1. Les cultures faisant l'objet d'une récolte: les résidus sont retournés au sol,
2. Les engrais verts: le tout est enfoui.

LES CULTURES FAISANT L'OBJET D'UNE RECOLTE

Les céréales de printemps (avoine, orge et blé)

Les céréales de printemps retournent au sol sous forme de paille de 3000 à 4000 livres de matière sèche par acre. Cette paille est préférablement hachée à la moisson et enfouie à l'aide

du chisel. Ceci permet une meilleure distribution des brins de paille dans la couche de labour et les résidus laissés à la surface du sol protégent celui-ci contre l'érosion par l'eau. Ce matériel possède un rapport C/N élevé. Pour empêcher la mobilisation de l'azote de 20 à 30 livres d'azote par acre peuvent être appliquées à l'enfouissement ou ajoutées à la fertilisation azotée de la pomme de terre à la plantation. La décomposition de cette paille est assez lente, mais la présence de ces brins de paille donne un effet physique désirable au sol.

La verticilliose et la rhizoctonie ne s'attaquant pas aux céréales, celles-ci offrent un bon moyen de lutte contre ces deux maladies.

Les pois

Les résidus de pois apportent au sol environ 3000 livres de matière sèche par acre ayant un rapport C/N étroit. La récolte des pois se faisant assez tôt, on peut y ensemencer une culture d'engrais verts comme l'avoine ou encore le seigle d'automne. Ces cultures d'engrais verts peuvent approtées de 300 à 1500 livres de matière sèche supplémentaire par acre.

Le brocoli

Voilà une culture qui apporte près de 5000 livres de matière sèche par acre. Mais étant cultivé en rang, le brocoli ne donne pas un bon tapis de protection contre l'érosion du sol par l'eau.

Le sarrasin

Les résidus de sarrasin apportent près de 3000 livres de matière sèche par acre. Le semis effectué au mois de juin donne une émergence et une croissance rapide et offre ainsi une bonne compétition aux mauvaises herbes.

L'utilisation du sarrasin est à éviter dans les champs ayant donné des tubercules atteints de rhizoctonie.

LES ENGRAIS VERTS

Le millet japonais

Le millet japonais apporte près de 4000 livres de matière sèche par acre. A cet égard, le millet japonais est l'une des cultures du groupe des non-légumineuses les plus productives.

Semer au début de l'été à raison de 30 à 35 livres de semence par acre. Ne pas recouvrir de plus d'un demi pouce de sol. Fertiliser avec 40 à 50 livres d'azote par acre. Faucher lorsqu'il atteint la hauteur du genou pour éviter la production de graines.

Le ray grass

Le ray grass apporte près de 3000 livres de matière sèche par acre. Ensemencer le type annuel à raison de 20 à 25 livres de semence par acre.

Fertiliser avec 20 à 30 livres d'azote par acre. Faucher avant l'épiaison pour éviter la formation de graines.

L'avoine

L'avoine peut aussi être utilisée comme tapis végétal protégeant le sol contre l'érosion. Même si elle ne survie pas à l'hiver, la pousse permettra de protéger le sol contre l'érosion par l'eau. L'ensemencement de l'avoine après la récolte des pois peut donner jusqu'à 1500 livres de matière sèche par acre au mois d'octobre.

Semer à raison de 120 livres de semence par acre et fertiliser avec 30 livres d'azote par acre pour un meilleur départ.

Le seigle d'automne

Le seigle d'automne peut être ensemencé à la fin de l'été début de l'automne après la récolte des pommes de terre, des pois et de toutes autres cultures récoltées assez tôt. Ensemencé sous ces conditions, le seigle d'automne agit surtout comme tapis végétal protégeant le sol contre l'érosion. Son système racinaire se développe très vite et retient ainsi le sol en place.

Semé avant la mi-septembre dans la région de Grand-Sault, le seigle d'automne donne de bons résultats. On l'ensemence à raison de 110 à 120 livres de semence par acre. Après les pois, il suffit de le semer à la volée et de le disquer. Pour la pomme de terre, on peut même le semer à la volée quelques jours (2 à 3 jours) avant la récolte. L'opération de la récolte en assurera la couverture par le sol. On peut aussi le semer à la volée après la récolte des pommes de terre et le disquer (tableau 2). Au printemps, le seigle continuera à pousser. On peut alors l'enfouir comme engrais verts ou bien le fertiliser et le récolter. L'apport de la matière sèche à l'enfouissement au printemps varie de 300 à 1500 livres par acre.

Les trèfles

Un mélange de trèfle peut être sous-ensemencé avec les céréales. On peut alors l'enfouir tard à l'automne de la même année avec un apport de 1000 à 1500 livres de matière sèche par acre supplémentaire ou le laisser croître une deuxième année ou même une troisième année avec un apport de 4000 livres de matière sèche par acre à l'enfouissement. Cette matière sèche de bonne qualité (rapport C/N étroit) fournira de l'azote à la culture suivante.

TABLEAU 2

INFLUENCE DE LA DATE ET DE LA METHODE DU SEMIS SUR L'EMERGENCE ET LE DEVELOPPEMENT DU SEIGLE D'AUTOMNE.

Date du semis	Méthode du semis	Développement foliaire	Développement racinaire	Pourcentage d'émergeance
Avant le 15 sept.	Après récolte des pommes de terre	10 - 12"	10"	100%
Du 15 au 22 sept.	Apres récolte des pommes de terre	6 - 7"	6"	98%
	Avant la récolte des pommes de terre	4 - 6"	6"	65 - 75%
Du 23 sept. au 2 oct.	Après la récolte des pommes de terre	4 - 5"	5 - 6"	90%
	Avant la récolte des pommes de terre	3 - 4"	4"	65%

SOURCE: R.P. HINDS, 1983. A NOTE ON THE ESTABLISHMENT OF WINTER RYE AS A COVER CROP ON POTATO LAND SUBJECT TO EROSION.
POTATO PRODUCTION REPORTS, N.B. DEPARTMENT OF AGRICULTURE.

En plus du trèfle rouge, deux autres trèfles intéressent les producteurs de pommes de terre: le trèfle d'odeur et le trèfle incarnat. Le trèfle d'odeur est intéressant surtout à cause de sa racine pivotante qui peut descendre à plus de 2 à 3 pieds dans le sol. Mais, à l'année du semis, son feuillage se développe moins vite que celui du trèfle rouge et offre peu de compétition aux mauvaises herbes l'année du semis. Le trèfle d'odeur donne de meilleurs résultats en terme de quantité de matière sèche lorsque laissé une deuxième année.

Le trèfle incarnat se situe entre le trèfle rouge et le trèfle d'odeur quant au développement du feuillage et des racines l'année du semis. Ensemencé à raison de 20 livres de semence par acre, on l'enfouit après la récolte des pommes de terre pour donner une bonne quantité de matière sèche. On peut aussi le laisser produire une deuxième année.

ROTATION DES CULTURES ET CONTENU EN MATIERE ORGANIQUE DU SOL

En nous basant sur un retour annuel de 1000 livres de matière sèche par acre pour maintenir le contenu en matière organique du sol et de 2000 livres de matière sèche par acre pour augmenter ce même contenu, voici quelques exemples de types de rotation et leur effet sur le contenu de la matière organique du sol.

1. TYPES DE ROTATION QUI DIMINUENT LE CONTENU EN MATIERE ORGANIQUE DU SOL.

Types de rotation	Fréquence de la présence des pommes de terre	Quantité de matière sèche apportée par acre annuellement
P	100%	0
P_{cv}	100%	300
2P-C	66%	830
3P-C_{se}	75%	875
3P-EV	75%	1000

2. TYPES DE ROTATION QUI MAINTIENNENT LE CONTENU EN MATIERE ORGANIQUE DU SOL.

Types de rotation	Fréquence de la présence des pommes de terre	Quantité de matière sèche apportée par acre annuellement
P-C	50%	1250
2P-C_{se}	66%	1166
2P-EV	66%	1333
2P-C_{se}-T	50%	1875

3. TYPES DE ROTATION QUI AUGMENTENT LE CONTENU EN MATIERE ORGANIQUE DU SOL.

Types de rotation	Fréquence de la présence des pommes de terre	Quantité de matière sèche apportée par acre annuellement
P-C_{se}-Po	33%	2160
P-C_{se}-T	33%	2500
P-Po-C_{se}-T	25%	2625
P-B-C_{se}-T	25%	3125

SIGNIFICATION DES SYMBOLES

P = pommes de terre

C = céréales

C_{se} = céréales sous-ensemencées

cv = couverture végétale

Po = pois

B = brocoli

T = trèfle

De ces quelques exemples de types de rotation, on s'aperçoit que pour maintenir le contenu de la matière organique du sol, il ne devrait pas y avoir plus de deux(2) années en cultures de pommes de terre sur une période de trois(3) années et que pour l'augmenter la pomme de terre ne devrait pas apparaître plus d'une année sur trois.

ROTATION DES CULTURES ET EROSION DU SOL PAR L'EAU

En plus de viser pour un apport de 1000 livres de matière sèche par acre annuellement dans un programme de rotation avec la pommes de terre, on doit aussi viser à réduire les pertes du sol à un maximum de quatre(4) tonnes par acre annuellement. L'atteinte de cet objectif dépendra du type de sol, de la pente, des cultures en rotation et des pratiques culturales. A cet égard, le type de rotation joue un rôle important.

Ce rôle est illustré à la figure 3. Une rotation de quatre(4) années composée de pommes de terre - céréales - trèfle - trèfle respecte cet objectif pour cette pente de sol avec 12% d'inclinaison alors qu'une rotation de quatre(4) années composée de trois(3) années de pommes de terre et d'une année de céréales n'atteint cet objectif que pour une pente de moins de 4%.

CONCLUSION

En terminant, j'aimerais vous rappeler que la rotation des cultures est un outil important pour la gestion des sols à pommes de terre. Elle permet de conserver la productivité du sol. Pour vous qui êtes producteurs, cela signifie un meilleur rendement de qualité par acre.

Le choix du type de rotation dépendra de bien des facteurs tant de production que d'économie. Peut importe, il en va un peu de la rotation des cultures comme de l'exercice physique: y penser, c'est pas assez, faites le!

FIGURE 3

INFLUENCE DES PRATIQUES CULTURALES ET DES TYPES DE ROTATIONS SUR LES PERTES DE SOL ANNUELLES POUR UNE PENTE DE 1000 PIEDS DE LONGUEUR.

REGION DE GRAND-SAULT

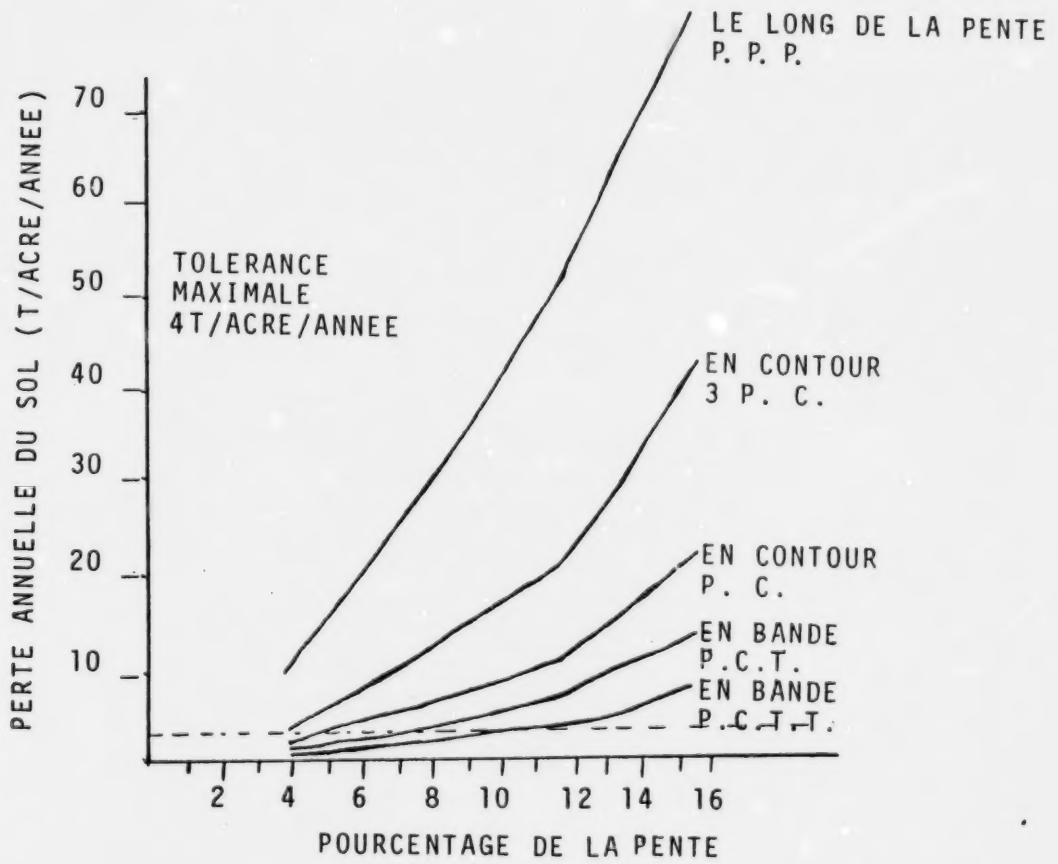
SERIE DE SOL HOLMSVILLE

$A = R - K - (C - P) - L - S$

AVEC:

$R = 75$

$K = .28$



SOURCE: DAIGLE, J. L. 1983. SOIL AND CONSERVATION SYSTEMS IN NEW BRUNSWICK.
NEW BRUNSWICK DEPARTMENT OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT.

EFFET DES AMENDEMENTS ORGANIQUES SUR LA PRODUCTIVITE DU SOL

Conférence prononcée le 14 novembre 1986

par

Adrien N'dayegamiye, agronome
Service de recherche en sol
Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation
du Québec
Sainte-Foy

EFFET DES AMENDEMENTS ORGANIQUES SUR LA PRODUCTIVITE DU SOL.

INTRODUCTION

Pour maintenir le niveau optimal d'humus dans les sols et plus particulièrement ceux cultivés en régies intensives, il devient nécessaire de faire des apports fréquents de matières organiques fraîches.

L'addition d'amendements organiques produit de multiples effets sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Il en résulte généralement un effet positif sur les rendements. Les amendements organiques les plus communs sont: la paille, le fumier et les engrais verts. Mais on utilise aussi de plus en plus à travers le monde des résidus urbains, des boues d'égoûts, des déchets industriels, des résidus ligneux, copeaux, sciure de bois et tourbe et même les algues.

Sous l'angle des propriétés chimiques, l'addition d'amendements organiques permet une meilleure minéralisation d'azote et une bonne disponibilité de phosphore dans le sol en empêchant sa fixation aux colloïdes minéraux de Fe^{++} et d'Al^{+++}. La matière organique augmente par ailleurs la capacité d'échange cationique du sol. La matière organique et l'argile constitue en effet l'essentiel du complexe absorbant. Le contenu de la matière organique en radicaux acides (carboxyliques et phénoliques) détermine son aptitude à fixer les cations sous forme échangeable.

Le maintien d'un bon niveau de matière organique est essentiel pour la conservation de la fertilité spécialement dans les sols sableux où les radicaux organiques acides constituent les seuls et uniques sites d'échange. Selon Delas (1971), si on double la teneur en matière organique d'un sol sableux on double également la capacité d'échange cationique de ce dernier; cette capacité peut passer de 5 m.e./100 g sol à 10 m.e./100 g sol pour une teneur en matière organique respectivement de 2 et 4%.

Quant aux changements physiques, on peut surtout mentionner l'amélioration de la structure des sols lourds. L'agglomération des particules du sol en agrégats permet une bonne circulation d'air, de l'eau et augmente par conséquent la rétention en eau et un meilleur développement des racines. Dans les sols légers, l'amélioration apportée concerne surtout l'accroissement de la réserve en eau des sols. L'effet observé pour la capacité de rétention en eau est comparable à celui qui a été décrit pour la capacité d'échange cationique. Une augmentation de 1% de la teneur en matière organique équivaudrait donc à une augmentation de 6 à 10 mm de réserves hydriques du sol (1, 4, 5, 8). Cette action se manifeste sur tous les types de sols, mais elle prend une signification agronomique très importante dans les sols sableux.

Parmi les modifications biologiques dues aux apports d'amendements, on compte l'accroissement de l'activité biologique, la diversité des microorganismes et par conséquent l'augmentation de l'activité enzymatique et de la

capacité de minéralisation des sols. La culture de la pomme de terre en sols acides ralentit toutefois l'activité biologique des sols. Il est alors nécessaire de stimuler la microflore du sol par un apport d'amendements organiques.

Il est donc évident que pour conserver la fertilité des sols, il est nécessaire de maintenir l'équilibre humique des sols par un apport de fumure organique.

Equilibre humique des sols

La réalisation de l'équilibre humique des sols est représentée dans la figure 1. L'équilibre humique du sol est maintenu ou reste stable pendant longtemps lorsque les systèmes de culture sont adéquats et demeurent inchangés pendant longtemps (bon assolement, apport d'engrais et de matière organique, façons culturales optimales). Cet équilibre signifie que les pertes annuelles de matières humiques du sol sont identiques aux gains. Cet équilibre se perturbe cependant assez facilement par une monoculture prolongée et des rotations inappropriées avec des cultures qui laissent peu de résidus organiques dans le sol (pomme de terre, tabac...) ou lorsque les pailles des récoltes sont enlevées des champs. Lorsque ces restitutions organiques dans le sol sont considérablement diminuées, il y a alors une régression progressive du niveau d'humus mais qui s'estompe par la suite et se stabilise au bout de quelques années à un niveau inférieur. Un nouvel équilibre est atteint et il devient assez difficile et lent de retrouver les conditions initiales d'humus.

Inversement, l'apport de matières organiques permet de remonter assez rapidement au début. La progression se fera ensuite moins rapidement et se stabilisera au bout de 40-50 ans. On arrive ainsi à des courbes en forme d'hyperbole devenant lentement asymyotes à une horizontale. Plus on est loin de l'équilibre, plus grand est le taux de changement de la teneur en matière organique. Plus les valeurs de K_1 et K_2 augmentent, plus rapides sont les changements des niveaux d'humus soit en diminution, soit en augmentation. K_1 représente le coefficient isohumique ou la proportion de matière organique labile transformée en humus, tandis que K_2 représente le coefficient de destruction de l'humus du sol par oxydation microbienne.

Pour maintenir le niveau optimal d'humus dans les sols, l'apport d'engrais verts et de substances ligno-cellulosiques est nécessaire. Les engrais verts connaissent cependant une décomposition rapide dans le sol et laissent par conséquent peu d'humus. Leur rôle est surtout important pour la minéralisation de l'azote et l'activité biologique du sol. Par ailleurs, Kononova 1966, Flaig 1978, reconnaissent que les substances ligneuses (pailles, tourbe, copeaux) sont formateurs d'humus quoiqu'elles présentent une demande considérable d'azote minéral pour leur décomposition (6, 9). Les produits contenant de la lignine et de la cullulose bien que biodégradables tendent plutôt à devenir résiduels et à constituer des substances intermédiaires (polyphénols) qui sont difficilement oxydables par les microorganismes du sol et vont donc s'accumuler et constituer l'essentiel de l'humus. Ces observations ont été illustrées par Hénin et al. dans le tableau 1.

Ces estimations de Hénin et al. (1969) montrent que les résidus organiques laissés par les pailles, les prairies et les fumiers sont assez élevés pour maintenir le taux optimal d'humus dans les sols même en régies intensives (7). Les engrais verts ainsi que les cultures de pomme de terre apportent par contre très peu d'humus dans le sol. On observe donc l'importance du choix des cultures de l'assolement pour maintenir ou améliorer la productivité du sol. Les cultures intensives du sol, alliées à des apports très limités de résidus donnent lieu à une oxydation rapide de l'humus stable et à une diminution de la matière organique du sol (10).

Effet de matières ligneuses sur l'évolution des propriétés chimiques du sol et sur les rendements des plantes.

L'incorporation dans les sols de matières organiques ligno-cellulosiques est envisagée de plus en plus comme alternative surtout dans les régions où les quantités de fumiers ne sont pas suffisantes pour couvrir les besoins agricoles. Les résidus de la coupe de bois (écorce, sciure, bois raméal) représentent au Québec une grande source de matières organiques évaluées annuellement à un million de tonnes de résidus. Cela représente un potentiel considérable dans la fabrication de composts. Ils peuvent également être utilisés comme amendements de sols dans les cultures ornementales et même dans les grandes cultures. Malgré cela, leur utilisation en agriculture reste encore marginale. Ces matières organiques présentent un rapport C/N élevé. Selon Allison (1973), les branches et l'écorce ont un rapport C/N de l'ordre de 280, même si celui des feuilles est généralement plus faible (1). Leur incorporation dans le sol peut causer un effet dépressif sur la germination, le taux de survivance et la croissance des plantes à cause notamment de l'immobilisation de l'azote et des phytotoxines libérées au cours de leur phase de décomposition. On connait très peu les mécanismes de décomposition de ces résidus organiques dans le sol. Le rythme de décomposition des matières organiques dans le sol dépend principalement de leur rapport C/N. En effet, lors des processus de décomposition, les microorganismes consomment les composés carbonés comme source d'énergie mais ont besoin également d'azote pour synthétiser leurs propres protéines. C'est donc le rapport entre les produits énergétiques (C) et les produits azotés (N) qui détermine l'effet immédiat d'un apport de matière organique dans le sol. Le rapport C/N optimal pour une bonne décomposition des résidus organiques oscille entre 15 et 30. Cela correspond à une teneur de 1.7 à 3.3% de N. Les matières ligneuses sont généralement pauvres en N (<5%). Leur incorporation dans le sol peut donc provoquer une immobilisation de l'azote minéral du sol par les microorganismes décomposeurs. Un tel blocage de l'azote minéral dépendra de la richesse initiale du sol en cet élément, du rapport C/N de l'amendement et des quantités de matières organiques enfouies. Lors de la décomposition des matières ligno-cellulosiques dans le sol, l'azote semble être le principal facteur qu'on peut modifier. Le lisier de porcs pourrait servir à cet effet étant donné sa large disponibilité et sa richesse en azote facilement assimilable.

Une étude a été entreprise sur la ferme expérimentale de St-Lambert depuis 1982 pour analyser l'effet d'apport de lisier sur la décomposition et l'humification des résidus ligneux. Elle a évalué également l'action de ces produits sur la croissance des plantes et sur l'évolution des caractéristiques chimiques du sol.

Les traitements (8) consistent en l'apport de trois doses de copeaux seuls (25, 50 et 100 t/ha) avec respectivement trois doses de lisier de porcs (25, 50 et 100 m^3/ha). A ces six traitements s'ajoutaient un témoin sans fumure azotée et une parcelle fertilisée avec 50 m^3/ha de lisier seul. L'azote ammoniacal contenu dans le lisier représentait pour chacune des trois doses de lisier appliqué 50, 100 et 200 kg $N\text{-}NH_4$/ha respectivement. Les autres éléments nutritifs (P, K, Mg) ont été apportés ou ajustés selon les traitements à des niveaux respectifs de 80, 100 et 35 kg/ha. Les copeaux de bois ont été apportés tous les deux ans dans le sol où ils ont été incorporés superficiellement à la herse, car l'activité microbienne est beaucoup plus intense dans la première couche du sol. Les résultats d'analyse du sol et des rendements des récoltes sont représentés dans les tableaux 3, 4, 5 et 6.

A la fin de la saison 1982, les contenus en azote total du sol sont restés au même niveau que le témoin dans tous les traitements avec copeaux. L'apport de lisier avec les copeaux n'a pas réussi à remonter le niveau d'azote du sol pendant la première année d'incorporation. D'une part, ceci démontre l'immobilisation de l'azote du lisier par les microorganismes qui décomposent ces matières ligneuses. On note d'autre part un très faible taux de décomposition des matières ligneuses dans le sol après seulement une année. En 1984 et 1985, le contenu en azote total du sol a remonté de 13.5% avec les copeaux seuls et de 29% dans les parcelles de copeaux et lisier ensemble.

Après quatre (4) ans d'expérimentation comportant deux incorporations de copeaux, les valeurs du rapport C/N ont augmenté dans tous les traitements avec matières ligneuses (C/N = 17). Les rapports C/N du sol ont tendance à s'élargir avec les apports de copeaux et même l'incorporation de lisier ne semble pas le modifier sensiblement. La moyenne des rapports C/N sur les parcelles expérimentales s'élève à 19.5 alors que les sols biologiquement actifs présentent en général des rapports C/N inférieurs à 12. Il ressort que les matières ligneuses incorporées dans ce sol sont encore peu décomposées et peu humifiées maintenant les rapports C/N du sol à des niveaux élevés. Ces résultats démontrent en plus que le risque d'immobilisation d'azote persiste même après quelques années d'incorporation de matières ligneuses dans le sol.

Un des principaux buts de l'incorporation des résidus ligneux dans le sol est essentiellement d'augmenter le taux de matière organique du sol. Après 4 ans, les niveaux de matière organique oxydable sur la fraction <2 mm ont remonté de façon relativement faible quoique significative dans tous les traitements avec copeaux et lisier. Face au taux initial de 4,6%, on observe en 1985 une augmentation de 17 à 36% dans les traitements avec copeaux et lisier, mais une baisse de 22 à 16% dans les parcelles témoins et celles fertilisées au lisier seul respectivement. La hausse de matière organique dans les traitements avec copeaux et lisier ensemble n'est toutefois pas proportionnelle aux différentes doses de copeaux et le faible degré de leur décomposition explique ce phénomène. Les petites doses de copeaux (25 et 50 t/ha) semblent suffisantes pour maintenir le niveau de la matière organique du sol. Les doses élevées de copeaux (100 t/ha) peuvent cependant apporter un avantage significatif face aux autres doses, surtout dans les sols très pauvres en matière organique. Un apport d'azote est cependant nécessaire en tous les cas pour éviter l'effet d'immobilisation de cet élément dans le sol.

L'apport des matières organiques dans le sol favorise en général l'augmentation de la capacité d'échange cationique mais cette action dépend de leur degré d'humification dans le sol. Après quatre ans, l'apport de copeaux avec ou sans lisier n'a pas modifié significativement la capacité d'échange cationique du sol. Ceci démontre encore une fois une humification très lente des copeaux dans le sol.

Effets des copeaux sur les rendements et les prélèvements en azote

Les rendements obtenus sont présentés au tableau 5 pour toutes les années d'expérimentation. Au cours de la première année d'incorporation des copeaux, les rendements de blé ont été très bas dans tous les traitements avec résidus ligneux. La moyenne de blé obtenue dans tous les traitements de copeaux seuls a été en effet seulement de 613 kg/ha, tandis qu'elle s'élève à 1525 kg/ha lorsque les copeaux et le lisier sont incorporés ensemble. Ces faibles rendements obtenus avec les copeaux seuls sont probablement dus à la pauvreté initiale du sol en azote et à l'effet dépressif des copeaux aux plentes cultivées, causé soit par l'immobilisation de l'azote, soit par la phytotoxicité qui inhibent la germination et la croissance. L'épandage des copeaux seuls a un effet dépressif plus évident sur le rendement de blé que les copeaux avec lisier. L'incorporation combinée de copeaux et de lisier permet de contrebalancer cet effet dépressif, mais les rendements restent toutefois inférieurs au témoin et au traitement avec le lisier seul (50 m^3/ha).

En 1984, un nouvel apport de copeaux dans le sol n'a pas imprimé le même effet dépressif aux plantes dû à l'immobilisation d'azote ou à la phytotoxicité. Cependant, les rendements d'orge obtenus ne sont pas élevés, la moyenne générale des récoltes étant seulement de 1850 kg/ha. Avec les traitements de copeaux combinés au lisier, les rendements sont généralement élevés. Avec les copeaux seuls, les niveaux de rendement sont significativement différents du témoin mais restent assez bas et inférieurs au traitement 8 avec lisier seul. En 1985, les rendements de blé confirment les résultats obtenus en 1983. Durant ces deux années où l'effet résiduel des traitements a été évalué sans aucun autre apport de fumure azotée, on constate un effet plus marqué dans les traitements avec copeaux. Il est donc probable que les plantes retrouvent dans le sol l'azote immobilisé par les microorganismes pendant la première année et également l'azote minéralisable des copeaux.

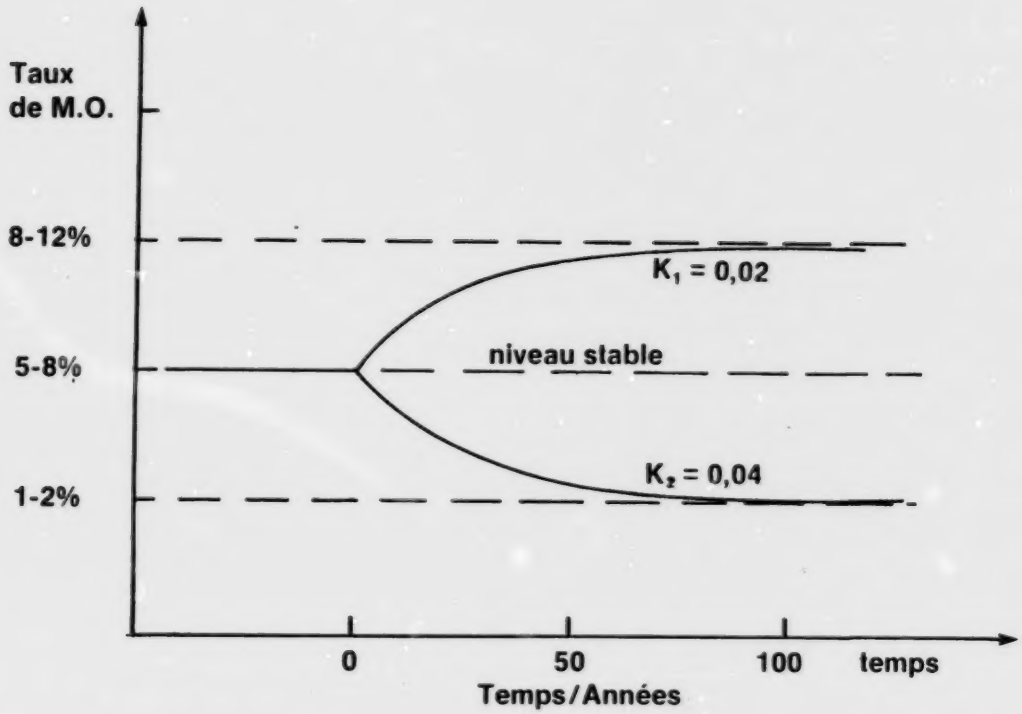
Les prélèvements d'azote par les récoltes sont représentés dans le tableau 6. On observe en général que les prélèvements d'azote sont inférieurs dans les traitements avec copeaux seuls face à l'incorporation de copeaux et de lisier ensemble pour toutes les années d'incorporation (1982-1984). La décomposition des matières organiques pauvres en azote (<1,5%) occasionne le plus souvent une forte immobilisation d'azote du sol, le matériel de copeaux enfouis dans cet essai contenant seulement 0,48% d'azote. Les prélèvements d'azote par l'orge en 1984 et par le blé en 1985 ont été par contre très élevés, surtout dans les traitements de copeaux avec lisier. L'effet dépressif causé par l'immobilisation d'azote à la suite de l'incorporation des copeaux devient moins intense lors des incorporations ultérieures. On constate en plus que les plantes peuvent bénéficier de l'arrière-action de l'azote immobilisé qui est graduellement reminéralisé dans le sol.

CONCLUSION

Cette étude a démontré que l'application des copeaux dans le sol comme amendement organique occasionne un effet dépressif à la croissance des plantes durant la première année de leur incorporation. Le lisier, par son apport en azote, en a cependant diminué l'intensité. Cet effet dépressif a été moins prononcé lors d'un deuxième apport de copeaux. De même, l'introduction d'une légumineuse dans l'assolement a semblé bénéfique. Après quatre ans d'expérimentation, des tendances d'augmentation de la matière organique ont été observées. Cette augmentation est surtout significative lorsque les copeaux et le lisier sont apportés ensemble. Les résidus ligneux peuvent exercer une action favorable indirecte sur la croissance des plantes en améliorant les propriétés physiques et biologiques du sol et en augmentant l'assimilabilité des éléments nutritifs du sol. Cette action est cependant reliée à la vitesse de décomposition et d'humification des copeaux dans le sol. Les résultats obtenus dans cette expérience ont démontré que l'apport de lisier comme source d'azote a réussi à favoriser l'humification de ces amendements organiques sans toutefois encore modifier la capacité d'échange cationique du sol. Les copeaux de bois se décomposent et s'humifient lentement dans le sol même avec l'apport du lisier. Ceci montre que l'incorporation des matières ligneuses aboutit seulement à long terme à des effets bénéfiques dans le sol. L'épandage combiné de lisier et de copeaux apparaît être une solution au problème d'élimination du lisier de porcs tout en assurant à long terme le maintien sinon l'accroissement de la matière organique et de la productivité du sol.

Contrairement aux engrais verts normalement utilisés comme amendements organiques, les matières ligneuses à C/N élevé et en particulier ceux contenant de la lignine se décomposent lentement dans le sol et les produits intermédiaires (polyphénols) entrent dans la formation d'humus. Cette évolution nécessite malgré tout un apport considérable d'azote. D'après les résultats obtenus, on a constaté qu'une bonne décomposition et une meilleure humification des résidus ligneux dans le sol nécessitent un apport supérieur à 5 kg/N par tonne de matières ligneuses enfouies. Il y aura blocage d'azote durant les premières années probablement dû à la nature de l'amendement et aux quantités appliquées. Lors de l'incorporation des amendements organiques dans le sol, on connaît un développement actif des populations microbiennes. La demande en azote est par conséquent explosive chaque fois qu'il y a un apport important de produits énergétiques, riches en C. L'épuisement de la matière organique enfouie et la succession des cycles microbiens vont entraîner par la suite un déclin puis la mort des colonies microbiennes.

La masse microbienne contient en moyenne 7% de N et peut représenter un tiers du poids du produit décomposé. La minéralisation de cette masse microbienne morte va restituer par la suite une quantité d'azote minéral assez important dans le sol. Les matières ligneuses peuvent servir d'amendements organiques des sols organiques si un apport vigoureux d'azote est apporté au sol en même temps que les copeaux. Il est par ailleurs nécessaire que les résidus ligneux soient déchiquetés pour en réduire les dimensions. Ils pourront ainsi être intimement liés au sol et ce meilleur contact avec les particules de sol va permettre une attaque microbienne vigoureuse et par conséquent, une décomposition et humification optimale.



Réalisation de l'équilibre humique des sols
(LAUDELOT ET al, 1960)

FIGURE 1

TABLEAU 1. Equivalents humiques du sol par différentes cultures. Hénin, Monnier et Gras, 1969

Culture	Quantités de résidus t m.s./ha	Humus stable kg/ha/an
Betterave (feuilles + collets)	3 - 6	450-900
Pomme de terre	0.5	négligeable
Blé (paille emportée)	2 - 4	300-600
Orge (paille emportée)	1 - 2	150-300
Maïs (paille enfouie)	5	600-1000
Paille de blé	4	400
Luzerne 2 ans...	5 - 8	500-800
Prairie temporaire 3 ans...	15 - 18	800-900
Moutarde blanche (engrais vert)	3	négligeable
Fumier de ferme (tous les 5 ans)	8	320-640

TABLEAU 2. Matière organique résiduelle après l'enfouissement de divers amendements organiques. Pourcentage résiduel. (Janssen 1984, Plant and Soil).

Amendement	Années depuis l'enfouissement					Age initial apparent (a)
	An 0	An 1	An 3	An 5	An 8	
Engrais vert	100	20	7	4	3	0.99
Paille	100	38	18	14	10	1.41
Litière	100	57	34	23	14	2.28
Fumier de ferme	100	60	33	25	19	2.45
Sciure de bois	100	75	54	40	27	3.69
Tourbe	100	85 à 96	71 à 90	61 à 86	51 à 82	6 à 13.62

TABLEAU 3. Effet de l'application de matières ligneuses sur le contenu en azote et le rapport C/N du sol

TRAITEMENTS	N (%) 1982	N (%) 1984	N (%) 1985	C/N 1982	C/N 1984	C/N 1985
1. Témoin	0,14 a	0,14 b	0,12 b	18 b	19 ab	17 b
2. Copeaux (25 t/ha)	0,15 a	0,13 b	0,13 b	19 ab	17 b	19 ab
3. Copeaux (50 t/ha)	0,14 a	0,16 ab	0,15 ab	20 a	21 a	21 a
4. Copeaux (100 t/ha)	0,14 a	0,16 ab	0,16 ab	20 a	21 a	21 a
5. Copeaux (25 t/ha) + Lisier (25 m^3/ha)	0,15 a	0,16 ab	0,14 ab	18 b	19 ab	20 a
6. Copeaux (50 t/ha) + Lisier (50 m^3/ha)	0,15 a	0,17 ab	0,15 ab	18 b	18 b	21 a
7. Copeaux (100 t/ha) + Lisier (100 m^3/ha)	0,14 a	0,15 ab	0,18 a	20 a	20 a	20 a
8. Lisier (50 m^3/ha)	0,16 a	0,14 b	0,13 b	17 b	16 b	17 b
F (Traitements	N.S.	N.S.	N.S.	6,82**	16,44**	20,6**

Deux moyennes suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes à P= 0,05 selon le test de Duncan.

TABLEAU 4. Evolution de la matière organique et de la capacité d'échange cationique du sol.

Traitements	1982	M.O.(%) 1984	1985	E4/E6 1985	C.E.C. (meq/100 g) 1985
1. Témoin	4.5 a	4.8 b	3.6 d	7.0 a	8.5 a
2. Copeaux (25 t/ha)	4.9 a	6.0 a	4.3 cd	6.9 a	9.3 a
3. Copeaux (50 t/ha)	4.7 a	5.8 a	5.4 ab	7.0 a	10.2 a
4. Copeaux (100 t/ha)	4.9 a	6.1 a	6.0 ab	6.7 a	9.5 a
5. Copeaux (25 t/ha + lisier (25 m^3/ha)	4.7 a	5.3 a	4.9 bc	5.4 b	9.6 a
6. Copeaux (50 t/ha + lisier (50 m^3/ha)	4.6 a	5.3 a	5.5 ab	5.0 c	9.2 a
7. Copeaux (100 t/ha + lisier (100 m^3/ha)	4.9 a	5.1 a	6.6 a	5.1 bc	9.4 a
8. Lisier (50 m^3/ha)	4.6 a	4.9 b	3.9 d	6.8 a	8.4 a
F (traitements)	NS	8.35**	9.3**	80.06**	NS

Test de Duncan P = 5%

TABLEAU 5. Effet de l'application de matières ligneuses sur les rendements des plantes en 1982, 1983, 1984 et 1985.

Traitements	Blé (1982) kg/ha	Fléole et trèfle rouge (1983) kg/ha M.S.	Orge (1984) kg/ha	Blé (1985) kg/ha
1. Témoin	2300 a	3290 c	1641 e	2555 c
2. Copeaux (25 t/ha)	410 f	3850 bc	1776 cd	4247 ab
3. Copeaux (50 t/ha)	600 f	4240 bc	1756 de	4030 ab
4. Copeaux (100 t/ha)	830 e	8490 a	1766 d	4481 ab
5. Copeaux (25 t/ha + Lisier (25 m^3/ha)	1160 d	5050 bc	1890 bc	4158 ab
6. Copeaux (50 t/ha + lisier (50 m^3/ha)	1516 c	8690 a	2100 a	4739 a
7. Copeaux (100 t/ha + lisier (100 m^3/ha)	1900 b	6510 ab	1943 b	3871 b
8. Lisier (50 m^3/ha)	2366 a	2990 c	1920 b	2888 c
F (traitements)	184**	1765**	17.25**	10.2**

Test de Duncan: les valeurs portant une même lettre sont équivalentes au seuil de probabilité de 5%.

TABLEAU 6. Prélèvements de l'azote du sol par les plantes de l'assolement (kg/ha).

Traitements	Blé (1982)	Fléole et trèfle rouge (1983)	Orge (1984)	Blé (1985)
1. Témoin	18.7 e	45 f	24.7 c	51.3 c
2. Copeaux (25 t/ha)	14.3 f	72 d	29.4 c	89.6 a
3. Copeaux (50 t/ha)	9.9 g	68 e	29.8 c	78.1 b
4. Copeaux (100 t/ha)	9.6 g	133 b	33.0 b	92.5 a
5. Copeaux (25 t/ha + lisier (25 m^3/ha	28.2 c	74 d	34.9 b	87.8 a
6. Copeaux (50 t/ha + lisier (50 m^3/ha)	27.8 d	139 a	39.0 a	93.3 a
7. Copeaux (100 t/ha + lisier (100 m^3/ha)	40.5 b	90 c	37.6 a	96.5 a
8. Lisier (50 m^3/ha)	51.1 a	41 f	34.3 b	55.0 c
F (traitements)	73416**	1195.55**	70.82**	33**

Test de Duncan P = 5%

BIBLIOGRAPHIE

ALLISON, F.E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier Scientific Publishing Company, 637 p.

DE BERTOLDI, M., Vallini et Pera, A. 1984. Technological aspects of composting including modelling and biology. dans Composting of Agricultural and other wastes. p. 27-41.

CAPPAERT, I.M.J., Verdonck, O et de Boodt, M. 1977. Degradation of bark and its value as a soil conditioner. dans Soil Organic Matter Studies, IAEA-SM 211161, p. 123-129.

DELAS, J. 1971. Evolution des propriétés d'un sol sableux sous l'influence d'apports massifs et répétés de matières organiques de différentes origines. Ann. Agro. 22, 585-610.

DELAS, J., Juste, C., Goulas, J.P. 1973. Matières organiques et fertilité des sols. Bull. Tech. Agric., 285-1-15.

FLAIG, W. 1978. Effets spécifiques des matières organiques du sol sur sa productivité potentielle. Biochimie de la matière organique du sol. Bulletin pédologique de la FAO No 27, p. 34-76.

HENIN, S. 1969. Eléments pour une doctrine de l'utilisation des matières organiques. Pontificiae Academiae, 857-882.

JUSTE, C. et al., 1971. Relation entre la teneur en matière organique du sol et le rendement des cultures de maïs non irriguées dans la zone sableuse des Landes de Gascogne. C.R. Acad. Agric. 57:68-74.

KONONOVA, M. 1966. Soil organic matter. Pergamon Press, Oxford, U.K. 2nd ed. 450 p.

MARTEL, Y.A. et A.F. MacKenzie, 1980. Long term effects of cultivation and land use on soil quality in Quebec. Can. J. Soil Sci. 60:411-420.

ZUCCONI, F., Monaco, A. and Fortin, 1984. Phytotoxins during the stabilization of organic matter in composting of agricultural and other wastes. T.K.R. Gasser (ed.), p. 73-96.

SYMPOSIUM SUR LA POMME DE TERRE

14 NOVEMBRE 1986

ASPECT ECONOMIQUE DE QUELQUES ROTATIONS

Harold Noël, agronome
Université Laval, Ste-Foy

LA ROTATION DANS LA PRODUCTION DE POMMES DE TERRE AU QUEBEC

La pomme de terre doit se cultiver en rotation avec d'autres cultures. Ceci permet de maintenir ou d'améliorer la structure du sol et de conserver à un niveau suffisant la fertilité et la matière organique. La rotation réduit les pertes causées par les insectes et les maladies en plus d'augmenter les rendements et d'améliorer la qualité des tubercules. Le genre de rotation exercé par le producteur est motivé par sa rentabilité, le système de production de la ferme, le type de sol et l'importance des dommages causés par certains organismes du sol.

Au Québec, les principales cultures utilisées dans la rotation sont les céréales à paille qui représentent 56,4% des cultures d'enfouissement. Les autres cultures recommandées sont le millet japonais, le seigle d'automne et le sarrasin. En moyenne, les producteurs ensemencent leurs champs de pommes de terre durant 2,8 années consécutives pour une année de culture d'enfouissement.

Durant les quelques minutes qui vont suivre, je m'adresserai aux producteurs qui préfèrent la monoculture parce qu'elle simplifie les opérations de production et de commercialisation des produits agricoles. Nous analyserons les implications financières de la substitution de la pomme de terre par des cultures de rotation. Les données que nous utiliserons proviennent de deux sources. Tout d'abord, je vous parlerai d'une recherche effectuée en Ontario portant sur l'effet de différents systèmes de rotation sur les rendements et les revenus générés par la pomme de terre. Ensuite, à partir de données recueillies au Québec, nous verrons combien coûte la substitution d'un hectare de pomme de terre par un hectare d'une culture de rotation.

L'EFFET DE LA ROTATION SUR LES RENDEMENTS ET LES REVENUS

L'expérience menée en Ontario entre 1975 et 1981 par des chercheurs de l'Université de Guelph consistait à démontrer l'effet de différentes rotations sur les rendements de la pomme de terre et leur implication financière. Deux sites différents ont été choisis pour faire l'essai des variétés Norchip et Kennebec. Le premier était composé d'un loam sableux bien drainé avec un PH de 7.0 alors que le second avait un PH de 5.5. Les cultures de rotation étaient l'orge, le maïs et le soya. Les intrants, méthodes culturales et conditions de croissance étaient uniformes sur chacun des sites.

Le TABLEAU 1 présente la séquence des productions.

La parcelle #1 constitue le témoin. Les six autres parcelles regroupent trois cultures de rotation (orge, maïs et soya) selon deux alternances.

Le TABLEAU 2 présente les rendements obtenus avec la variété Kennebec selon la séquence des productions.

La culture choisie dans la rotation n'a pas influencé significativement les résultats obtenus.

Les parcelles ayant produit des pommes de terre 5 années sur 7 ont donné 6% plus de rendement que la parcelle-témoin.

Les parcelles ayant produit des pommes de terre 4 années sur 7 ont donné 12% plus de rendement que la parcelle-témoin.

Maintenant, analysons les implications financières de ces différents systèmes de rotation.

Le TABLEAU 3 présente les revenus nets par hectare en fonction des rendements de chaque culture et de leur prix respectif sur le marché.

On constate, et ce n'est pas une surprise, que la production continue de pommes de terre, même avec une baisse de rendement, demeure le choix le plus intéressant. Les prix du marché pour chacune de ces cultures a influencé grandement ces résultats. Les auteurs ont tenu à signaler que les pommes de terre récoltées selon la séquence #1 avaient un poids spécifique plus faible, que le taux de matière oganique dans le sol était plus bas et que cette pratique favorisait l'érosion.

LE PRIX DE LA ROTATION

Combien en coûte-t-il pour substituer une culture de rotation à la pomme de terre?

Les réponses à cette question diffèrent selon que l'on choisit une culture de rotation destinée à la vente (blé, orge et avoine) ou destinée complètement à l'enfouissement (millet japonais, seigle d'automne et sarrasin). Il est certain que la vente du grain d'une culture de rotation aide à la rentabiliser.

Dans un premier temps, on analysera les cultures de rotation dont le grain est récolté avant l'enfouissement de la tige. On comparera les recettes nettes obtenues de la production de la pomme de terre avec celles retirées des trois céréales suivantes: blé, orge et avoine.

L'étude de données fournies par la Régie des Assurances Agricoles du Québec (1981-1985) nous permettra de calculer les recettes brutes et les recettes nettes pour chacune des productions qui nous intéressent.

Le TABLEAU 4 présente les recettes brutes et nettes retirées des productions de pomme de terre, de blé, d'orge et d'avoine.

La recette brute est calculée à partir des prix du marché, des compensations versées par l'Assurance-Stabilisation des Revenus Agricoles et du revenu stabilisé pour les quatre productions. Cette marge représente le surplus d'apports par rapport au coût de production. La cotisation moyenne est le coût moyen d'adhésion aux régimes de l'assurance-stabilisation. La recette nette est le montant net restant de chacune des cultures. Les calculs ont été faits sur une moyenne de 5 ans (1981-1985).

Au niveau de la recette nette, on constate que la différence entre un hectare de pommes de terre et un hectare de blé est de 10,24$. Le coût total pour un producteur de 60 hectares est de 615$.

Dans le même ordre d'idées, nous pouvons calculer ce que coûterait l'utilisation de trois autres cultures d'enfouissement (sarrasin, seigle d'automne et millet japonais) sans fertilisation.

Le TABLEAU 5 nous présente les frais d'ensemencement de ces trois cultures d'enfouissement. Les différences proviennent surtout du prix de la semence.

Finalement, on peut vous dresser les coûts de substitution de quelques cultures de rotation à la pomme de terre.

Le TABLEAU 6 présente les résultats.

La pratique de la rotation dans la production de la pomme de terre s'analyse de deux façons:

A COURT TERME, il est clair que la rotation diminue la rentabilité financière de l'entreprise.

A LONG TERME, il suffit de penser à vos enfants.

Un producteur qui désire préserver le sol dans des conditions optimales pour les générations à venir n'a pas le moyen de prendre de chance!

Harold Noël
14 octobre 1986.

TABLEAU 1
Séquence des productions entre 1975 et 1981

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	
1-	P	P	P	P	P	P	P	P = Pomme de terre
2-	P	O	P	O	P	O	P	O = Orge
3-	P	P	O	P	P	O	P	
4-	P	M	P	M	P	M	P	M = Maïs
5-	P	P	M	P	P	M	P	
6-	P	S	P	S	P	S	P	S = Soya
7-	P	P	S	P	P	S	P	

Source: American Potato Journal, juillet 1983

TABLEAU 2
Rendements de pommes de terre, Canada #1, 1975-1981

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Moyenne
				tonnes métriques/hectare				
1-	22,49	40,47	43,91	19,54	30,45	25,71	43,35	32,27
2-	22,57	---	44,04	---	30,32	---	43,35	35.60
3-	22,51	40,54	---	19,63	30,28	---	56,76	33,94
4-	22,37	---	44,07	---	30,20	---	49,05	36,42
5-	22,43	40,62	---	19,54	30,15	---	64,70	35,49
6-	22,21	---	44,10	---	30,23	---	49,05	36,40
7-	22,57	40,41	---	19,57	30,47	---	52,75	33,15

Source: American Potato Journal, juillet 1983

TABLEAU 3
Revenus nets par hectare des cultures selon les 7 séquences de production

	1975 $	1976 $	1977 $	1978 $	1979 $	1980 $	1981 $	Moyenne $
1-	1054	2081	1168	-183	-80	2071	1788	1128
2-	1063	-158	1176	-193	-89	-112	2011	528
3-	1056	2088	-160	-176	-91	-116	3196	828
4-	1041	296	1179	-104	-97	36	2386	677
5-	1047	2094	25	-183	-100	37	4030	992
6-	1023	101	1181	-121	-95	534	2386	716
7-	1063	2076	26	-181	-79	537	2775	888

Source: American Potato Journal, juillet 1983.

TABLEAU 4
Recettes brutes et recettes nettes pour la pomme de terre, le blé, l'orge et l'avoine, 1981-1985.

PRODUCTIONS	RECETTE BRUTE $	COTISATION MOYENNE $	RECETTE NETTE $
POMME DE TERRE	185,82	138,22	47,60
BLE	40,14	2,98	37,36
ORGE	28,42	5,71	22,71
AVOINE	8,26	13,18	(4,92)

Source: Régie des Assurances Agricoles du Québec

TABLEAU 5
Frais d'implantation de cultures d'enfouissement

PRODUCTIONS	FRAIS D'IMPLANTATION SANS FERTILISATION $/ha
MILLET JAPONAIS	23,00
SEIGLE D'AUTOMNE	39,00
SARRASIN	62,00

Source: Comité des Références Economiques en Agriculture du Québec

TABLEAU 6
Coûts de substitution de quelques cultures de rotation

PRODUCTIONS	COUTS DE LA SUBSTITUTION $/ha
BLE	10,24
ORGE	24,89
AVOINE	52,52
MILLET JAPONAIS	70,60
SEIGLE D'AUTOMNE	86,60
SARRASIN	109,60

Source: Nos propres calculs.

LA DEGRADATION DES SOLS A POMME DE TERRE

G.R. Mehuys, Prof. agrégé

Département des Ressources renouvelables

Collège Macdonald

Université McGill

Ste. Anne de Bellevue, Québec H9X 1C0

Texte d'une conférence présentée au

Symposium sur la pomme de terre

Conseil des productions végétales du Québec

Ste. Foy, le 14 novembre 1986

Un sol idéal pour la pomme de terre est profond et bien drainé, a une texture variant du sable loameux au loam limoneux et est légèrement acide. De tels sols peuvent emmagasiner de grandes quantités d'eau sans qu'ils ne s'engorgent ou ne deviennent boueux. Ils sont faciles à travailler et répondent bien à une bonne régie. Quelque soit le type de sol considéré, il importe de maintenir un haut niveau de fertilité, une structure du sol ouverte et stable, de travailler le sol judicieusement et de contrôler l'érosion.

En réalité, nous sommes loin de cet idéal et nous constatons de plus en plus que nos sols agricoles, qu'ils soient voués aux pommes de terre ou non, se détériorent. Cette dégradation n'est pas survenue du jour au lendemain: elle est l'aboutissement d'un long processus qui a débuté il y a 25 ou 30 ans, mais qui a échappé à l'observation jusqu'à maintenant. La modernisation de l'agriculture, alimentée par la nécessité de toujours produire plus, en est probablement la cause directe. Par exemple, entre 1951 et 1981, la proportion des travailleurs au Québec qui cultivaient la terre a diminué de 17% à moins de 3% (Anonyme 1983). Dans le même laps de temps, l'index de productivité agricole a plus que doublé de 66 à 140. C'est dire que chaque travailleur agricole produit beaucoup plus maintenant qu'il y a quelques années et ce sur des superficies de terre moindres. Cet accroissement de productivité a été rendu possible par le remplacement de la main d'oeuvre par le capital, la disponibilité de machines plus grosses et plus efficaces, l'installation de drainage souterrain, l'utilisation de variétés de plantes améliorées, l'utilisation accrue d'engrais chimiques, de pesticides et d'herbicides efficaces.

De plus les systèmes culturaux se sont intensifiés. Par suite de contraintes économiques ou autres et lorsque possible, le cultivateur a abandonné le système mixte combinant plantes et animaux en faveur de la culture commerciale. La rotation traditionnelle établie sur 5 à 7 ans et qui comportait plusieurs années de fourrages est délaissée au profit des cultures en rangées et même de la monoculture. Cette spécialisation des fermes a imposé un lourd tribut à la ressource sols.

Formes de dégradation des sols

Les principales formes de dégradation des sols au Québec sont l'acidification, la perte de matière organique, la destruction de la structure, la compaction et l'érosion. On peut difficilement les classer par ordre d'importance car chaque forme ne sévit pas uniformément sur tous les sols et sur chaque ferme. Tout dépend du type de sol, de la culture pratiquée et de la régie du sol. Pour les sols à pomme de terre, la compaction et l'érosion par le vent et l'eau sont probablement les problèmes les plus graves de dégradation et c'est sur ceux-ci que nous nous attarderons dans cet exposé.

Mais avant d'aller plus loin il est important de réaliser que toutes les formes de dégradation des sols sont reliées les unes aux autres (Figure 1). Une baisse de matière organique peut engendrer une susceptibilité accrue à la compaction; ou encore, un travail du sol trop intense, en détruisant la structure du sol, le rend plus propice à la compaction et à l'érosion. La cause ultime de la dégradation est donc probablement liée à la baisse du contenu en matière organique dans les sols. Sauf dans les cas graves de dégradation, les

solutions à envisager pour améliorer et préserver les sols pourraient être aussi simples que le retour à la rotation des cultures et à une meilleure régie de la matière organique. La question que les chercheurs doivent se poser n'est donc pas "quoi faire?" mais bien "comment faire?" pour maintenir un système cultural à la fois profitable au sol et au porte-feuille du cultivateur.

Matière organique

Un des problèmes les plus importants dans la presque totalité des sols à pomme de terre, sauf pour les sols tourbeux, est celui de l'apport et du maintien d'un niveau suffisant de matière organique. Une bonne source de matière organique en décomposition aide à garder le sol meuble et prévient la compaction. La matière organique facilite aussi le labour et les sarclages; elle favorise la pénétration aisée des racines de pommes de terre; elle constitue une source nutritive pour les microorganismes désirables du sol et pour la croissance des plantes. Les tubercules de pomme de terre se développent et maintiennent leur forme normale mieux dans les sols qui ont un contenu en matière organique adéquat.

La mise en culture a généralement pour effet de réduire le taux de matière organique dans les sols. Par rapport à un sol vierge sous couvert forestier, la matière organique diminue de 30 à 35 % lorsque le sol est utilisé pour des rotations céréales-foin (Martel et Deschênes 1976) et davantage encore pour les cultures en rangées (Martel et MacKenzie 1980). Cette diminution a lieu peu importe la texture du sol, mais en sols sableux l'azote organique diminue beaucoup plus qu'en sols argileux (Tableau 1). Sur un loam argileux l'azote n'a baissé que de 8% après 50 années ou plus de culture, mais de 22% sur un sable loameux et de 31% sur un loam limoneux (Martel et Deschênes 1976).

Le niveau convenable de matière organique à maintenir dans un sol n'est cependant pas clairement établi. De plus, il variera nécessairement d'un sol à l'autre puisqu'il existe une relation entre texture et contenu en matière organique des sols. La quantité décroit généralement avec l'augmentation du pourcentage de sable (De Kimpe et Martel 1985). Donc, dans les sols à texture grossière convenant à la pomme de terre, on peut s'attendre à trouver des valeurs de contenu en matière organique à l'équilibre plus faibles que dans les sols argileux.

Dans nos sols à climat tempéré, la matière organique joue un rôle essentiel dans la stabilisation de la structure (Tableau 1). La culture intensive, en diminuant la matière organique des sols, contribue donc à affaiblir la structure du sol, à rendre les agrégats plus petits, à diminuer la grosseur des pores et à rendre le travail du sol plus difficile. Il s'en suit que le taux d'infiltration de l'eau dans le sol diminue, le croûtage de surface s'accroît, la susceptibilité du sol à la compaction par la machinerie augmente et les risques d'érosion par le vent ou par l'eau sur sols en pente s'accentuent.

La compaction des sols

La compaction est une propriété dynamique du sol, c'est-à-dire que le niveau de compaction résultant d'une action externe dépend des propriétés du sol au moment où celle-ci a lieu. Les facteurs principaux sont la texture, les conditions d'humidité au moment du passage des machines et l'importance de la force appliquée au sol.

Les sols très sableux ont peu tendance à se comprimer. Par contre, plus il y a de l'argile dans un sol, plus ce sol pourra être comprimé par une force externe. Parmi les trois phases présentes dans un sol, seule la phase gazeuse est compressible. Comme les sols argileux ont en général une porosité totale plus grande que les sables, il s'en suit que sous une force donnée l'accroissement de leur densité apparente est plus élevée. Ceci ne veut pas dire qu'un sol sableux ne se compacte pas. Même si les particules individuelles de sable se touchent et préviennent ainsi la compression statique du sol, les vibrations occasionnées par le passage des machines aratoires et autres peuvent réarranger les particules de sable qui, en tombant dans les vides du sol, le rendent plus compact. Parce que les sables ont une densité apparente naturelle plus élevée que celle des sols à texture plus fine, il faut moins de compaction pour les amener à une densité apparente qui nuise à la croissance des racines. Donc, la compaction est tout aussi dangereuse pour les sols à pomme de terre que pour les sols plus lourds.

Cependant, le facteur le plus important n'est pas la texture du sol mais bien sa teneur en eau au moment du passage des machines. Les sols secs ou très humides (proches de la saturation) ne se compriment pas beaucoup; par contre il existe une teneur en eau caractéristique pour chaque sol à laquelle la compaction est maximale (Figure 2). L'ingénieur civil recherche ce taux d'humidité pour obtenir un fond de route aussi compact que possible. Le cultivateur aura intérêt à l'éviter à tout prix. Il doit s'efforcer de circuler sur le champ lorsque celui-ci est à un taux d'humidité moindre que l'optimum pour la compaction. En sol plus humide que l'optimum, les machines ont tendance à s'enliser et à dérapper, car la capacité portante du sol et la traction qu'il offre sont diminuées. Le risque de compaction est moins grand, mais la structure du sol est facilement détruite à de telles teneurs en eau du sol.

Il va de soi que plus la force appliquée au sol est grande, plus la densité résultante sera grande aussi. Ainsi dans les champs de pommes de terre on peut s'attendre à trouver des couches très compactes si la régie du sol n'est pas excellente, car les charges appliquées au sol sont très élevées surtout au moment de la récolte. De plus, la récolte n'attend pas; elle est souvent faite en dépit des conditions d'humidité du sol.

Mais à part une densité élevée sous les roues des véhicules lourds, l'onde de compaction se propage à une plus grande profondeur (Figure 3). Cette compaction profonde s'accroît d'année en année du fait que sous la couche de labour le sol n'est pas ammeubli par le travail annuel du sol. Dans les cas graves, on doit avoir recours au sous-solage, technique coûteuse et dont les résultats ne sont pas certains; du moins n'en connait-on pas la durée des effets. Aussi, comme dans d'autres domaines, vaut-il mieux prévenir que

guérir.

La matière organique contribue à dimineur la sévérité de la compaction des sols (Figure 4) comme il l'a déjà été dit, d'une part par son effet bénéfique sur la stabilisation de la structure du sol et d'autre part par simple dilution du sol avec un matériau dont la densité spécifique est bien inférieure à celle des éléments minéraux. Ceci a pour effet de diminuer la densité apparente du sol. On pense également que la matière organique empêche dans une certaine mesure le glissement des particules minérales les unes sur les autres et réduit ainsi la densité apparente obtenue sous une charge donnée (De Kimpe 1986).

L'érosion par le vent

L'érosion est le deuxième problème d'envergure rencontré dans les sols à pomme de terre. Normalement au Québec, on s'intéresse peu à l'érosion par le vent. A l'échelle de la province ce problème est en fait mineur. Mais dans le cas de la culture de la pomme de terre l'érosion par le vent n'est pas à négliger parce que ce sont justement les sols qui lui conviennent bien qui sont les plus susceptibles à cette forme de dégradation. Il s'agit en particulier des sables fins et des sols organiques. Puisque dans ces sols la structure joue un rôle mineur dans la stabilisation de leur surface ils sont facilement érodables par temps venteux et sec.

Les causes de l'érosion par le vent sont simples et peu nombreuses (Troeh et al. 1980). Lorsque le sol est finement divisé et sec, que la surface est nue et lisse, et que le vent est fort, l'érosion peut commencer. Par contre, si le sol est compact, humide, ou est formé d'agrégats stables ou de mottes assez grosses pour résister à la force du vent, si la surface est rugueuse ou couverte de végétation, ou encore si la vitesse du vent à la surface du sol est réduite d'une manière quelconque, l'érosion par le vent est réduite ou même éliminée.

Les particules de sols sont transportées par le vent de trois manières. Une fois soulevées par le vent, les particules de la taille du limon et plus fines (inférieures à 0.05 mm) sont maintenues en suspension par la turbulence des courants d'air. En suspension, elles peuvent être transportées sur de grandes distances. Les particules de taille intermédiaire (0.05 à 0.5 mm), soit le sable moyen à fin, sont transportées par le vent en une série de sauts à la surface du sol. On appelle cette forme de transport, la saltation. Ces particules acquièrent une grande énergie et peuvent en déloger d'autres chaque fois qu'elles retombent au sol. Enfin, les particules grossières (0.5 à 1 mm) ne sont pas soulevées par le vent. Cependant, elles peuvent être poussées par les particules en saltation ou par le vent lui-même. Ce mouvement est appelé reptation. Les particules ou les agrégats supérieurs à 1 mm sont trop gros pour être bougés par le vent; ils restent sur place et protègent le sol restant de la morsure du vent.

Dans les sols de texture moyenne à grossière, les particules d'argile et de limon sont emportées en suspension, mais les matériaux plus grossiers restent sur place, si bien que la texture des sols érodés devient de plus en

plus grossière. De ce fait, ils s'appauvrissent car les particules les plus fertiles sont exportées.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de données sur la gravité de l'érosion par le vent au Québec. On sait tout au plus que le phénomène se produit sur certains sols minéraux (surtout ceux consacrés à la culture du tabac et de la pomme de terre) et sur les sols organiques en légumes. Mais nous ne savons pas du point de vue agronomique et environnemental si le taux d'érosion qui se produit est tolérable à long terme. Pour les sols organiques, il a été estimé que le vent emporte en moyenne 1 cm de sol par année sur les sols les plus susceptibles (environ 700 ha) et 0.5 cm par année sur les autres (6300 ha). Cette perte annuelle représente environ 400 000 m^3 de sol ou 15 t/ha.an, ce qui est un chiffre assez alarmant (Mehuys 1984).

Pour contrer cette forme d'érosion, il faut soit diminuer la vitesse, et donc la force, du vent à la surface du sol pendant les périodes où le sol n'est pas protégé, ou encore rendre le sol plus résistant. De nombreuses techniques existent comme l'emploi de brise-vent, l'orientation des champs perpendiculairement à la direction des vents dominants, l'irrigation, les cultures-abri, et la bonne régie du sol. La discussion de ces techniques faisant l'objet d'une autre conférence, ils ne seront pas abordés ici.

Erosion par l'eau

L'érosion par l'eau est une forme de dégradation répandue mais pas toujours reconnue par le producteur. Comme dans le cas de l'érosion par le vent, aucun inventaire du problème n'a été entrepris jusqu'à maintenant au Québec.

On distingue trois types d'érosion par l'eau (Gosselin et al. 1986). D'abord, l'érosion en nappe qui résulte de la dispersion des agrégats par les gouttes de pluie et du mouvement de l'eau en une mince lame à la surface du sol. Cette forme d'érosion résulte en une perte assez uniforme de sol sur toute la surface du champ et est donc la plus difficile à déceler. Ensuite, lorsque l'eau de ruissellement se concentre dans les petites dépressions laissées par le travail du sol, le débit et la vitesse d'écoulement de l'eau augmentent. Le sol quitte le champ sous forme d'érosion en rigoles. Enfin, l'érosion par ravinement est causée par une forte concentration des eaux de ruissellement dans des canaux d'évacuation. C'est la forme d'érosion la plus spectaculaire, mais pas nécessairement celle qui arrache le plus de sol.

Normalement, les sols à pommes de terre, de par leur texture grossière, sont moins érodables que les sols à texture plus fine. L'eau de pluie ou de fonte des neiges s'infiltre plus rapidement dans les sols à texture grossière. Si l'eau ne peut ruisseler à la surface du sol, il n'y aura pas d'érosion. Mais dans le cas de la pomme de terre, les sillons créés entre les billons obligent l'eau de ruissellement de ce concentrer et ainsi concourent à augmenter le risque de perte de sol. La seule pratique de cultiver les pommes de terre en travers de la pente suffirait pour diminuer l'érosion de moitié (Tableau 2). Ce taux réduit d'érosion est comparable à celui obtenu pour la culture d'une céréale sur le même sol.

Il faut aussi noter que l'érodabilité d'un sol, c'est-à-dire la facilité avec laquelle il peut s'éroder, n'est pas une constante mais varie au cours de l'année. Nous avons noté des valeurs d'érodabilité 10 à 100 fois plus élevées lorsque les sols étaient partiellement gelés que pendant l'été (Mehuys et Kirby 1986).

De plus certains sols s'érodent surtout en été par l'effet érosif des pluies alors que d'autres s'érodent surtout au printemps à la fonte des neiges (Tableau 3). C'est dire que tout programme de lutte à l'érosion devra inclure les moyens appropriés à chaque sol et à chaque culture en tenant compte des périodes de l'année pendant lesquelles les sols sont les plus susceptibles de s'éroder.

Pour diminuer cette susceptibilité, il faut que le sol puisse imbiber aussi rapidement que possible toute l'eau qu'il reçoit ou à défaut qu'il résiste à la force érosive de l'eau. Encore une fois, la matière organique joue un rôle de premier plan à ce niveau. Un sol bien pourvu en matière organique favorise la formation d'une structure stable résistante à l'impact des gouttes de pluie et au détachement par l'eau de ruissellement et assure une infiltration rapide de l'eau.

Conclusions

La régie adéquate de la matière organique du sol, que ce soit par l'utilisation de rotations mieux appropriées à la conservation des sols ou par l'apport continu de fumiers ou autres matériaux, est la clef de voute de tout programme visant à améliorer les pratiques culturales pour la préservation des sols. La culture de la pomme de terre n'est malheureusement pas propice au maintien d'un niveau de matière organique suffisant. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner les valeurs du Tableau 4. Non seulement, la pomme de terre fournit-elle peu de résidus de culture sous forme de fanes mais son système radiculaire est faiblement développé en comparaison avec toutes les autres cultures habituelles. De telles valeurs prennent toute leur importance quand on considère que beaucoup de composés organiques sont peu mobiles dans le sol. Il y a donc intérêt à ce que la matière organique soit bien dispersée dans le sol, ce qui se fait le mieux par le développement de racines de graminées (De Kimpe 1986).

Il est certain qu'on ne pourra pas améliorer les choses du jour au lendemain. Les sols ont mis plusieurs années, voire des décennies, à se détériorer. Il en faudra peut-être autant pour les rétablir à un niveau de productivité optimal. Mais le moment de commencer est arrivé.

Références

Anonyme. 1983. Statistiques de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation. Bureau de la statistique du Québec, Québec.

De Kimpe, C.R. 1986. Matière organique versus compaction et tassement des sols. Dans R. Thériault (éd.) La compaction du sol: problème, correction et prévention. 13e Colloque de Génie rural, Université Laval, Québec. p. 49-68.

De Kimpe, C.R. et Y.A. Martel. 1985. La matière organique et la structure du sol. Journée d'information sur la conservation des sols. CPVQ, Québec. Cahier des conférences. p. 55-74.

Dubé, A. 1975. L'eau et l'érosion des sols. Ressources 6(4): 8-15.

Gosselin, B., R. Asselin, C. Bernard, D. Côté, C. De Kimpe, M.R. Laverdière, A.F. MacKenzie, G. Mehuys, L.E. Parent et A. Pesant. 1986. La dégradation des sols au Québec: Causes, effets, prévention et correction. CPVQ, Québec.

Gros, A. 1974. Guide pratique de la fertilisation. Ed. Maison Rustique, Paris.

Martel, Y.A. et J.M. Deschênes. 1976. Les effets de la mise en culture et de la prairie prolongée sur le carbone, l'azote et la structure de quelques sols du Québec. Can. J. Soil Sci. 56: 373-383.

Martel, Y.A. et A.F. MacKenzie. 1980. Long-term effects of cultivation and land use on soil quality in Quebec. Can. J. Soil Sci. 60:411-420.

Mehuys, G.R. 1984. Degradation of agricultural land in Quebec: a review and impact assessment. Conseil des Sciences du Canada, Ottawa. 58 p.

Mehuys, G.R. et P.C. Kirby. 1986. Implications of the seasonal variability of soil erosion on crop production. Proc. 1985 Canadian Agricultural Outlook Conference. Agriculture Canada, Ottawa. p. 114-121.

Ohu, J. 1985. Peatmoss influence on soil physical properties. Thèse de doctorat. Université McGill, Montréal.

Ripley, P.O., W. Kalbfleisch, S.J. Bourget et D.J. Cooper. 1961. Soil erosion by water. Agriculture Canada, Ottawa. Publ. 1083, 38 p.

Troeh, F.R., J.A. Hobbs et R.L. Donahue. 1980. Soil and water conservation for productivity and environmental protection. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

TABLEAU 1
Azote totale et stabilité des agrégats en fonction de la matière organique et de la mise en culture pour l'ensemble des horizons A et B.
(Martel et Deschênes 1976)

Type de sol et pratique culturale	Matière organique	Azote totale	Agrégats stables à l'air	Agrégats stables à l'eau
	t/ha	t/ha	%	%
Loam argileux Kamouraska				
vierge	305	8,9	48	32
rotations céréales-foin	205	8,2	42	6
(pertes)	(33%)	(8%)		
Loam limoneux Greensboro				
vierge	155	7,7	19	11
rotations céréales-foin	100	5,3	18	5
(pertes)	(35%)	(31%)		
Loam sableux Charlevoix				
vierge	203	6,0	8	5,5
rotations céréales-foin	143	4,7	4	2,5
(pertes)	(30%)	(22%)		

TABLEAU 2
Pertes de sol annuelles sur loam sablo-gravelleux Charlevoix selon le type de culture (pente 15%, moyenne de 10 ans).
(D'après Dubé 1975)

Culture	Terre érodée
	kg/ha
Prairie	60
Foin	562
Céréales	3 831
Pommes de terre (à contre-pente)	3 332
Pommes de terre (dans le sens de la pente)	6 032
Sol nu	28 092

TABLEAU 3
Erosion totale, d'été et d'hiver sur quatre sites au Collège Macdonald. (Mehuys et Kirby 1986)

Sol	Pente	Perte de sol			Contribution de l'érosion hivernale
		Totale	Eté	Hiver	
	%	------- t/ha -------			%
Loam sableux St. Bernard	1,2	1,6	1,4	0,17	11
Loam sableux Chicot	6,5	11	9,5	1,1	10
Argile Rideau	11,5	9,4	1,0	8,4	89
Sable loameux St. Damase	26,0	47	38	8,7	19

TABLEAU 4
Poids de matière sèche produite par diverses cultures. (Tiré de De Kimpe 1986)

Culture	Matière sèche
	t/ha
Parties aériennes (Gros 1974)	
Pommes de terre (fanes)	1
Orge (chaumes)	2 - 3
Blé (chaumes)	3 - 4
Blé (paille)	4 - 6
Maïs	8 - 10
Luzerne (2 ans)	8 - 10
Prairie temporaire (3 ans)	15 - 18
Racines (Ripley et al. 1961)	
Pommes de terre	0,4
Fèves soya	0,6
Blé	0,9
Maïs	1,3
Luzerne: 1 an	3,7
3 ans	5,7
Fléole	4,1
Brome	4,4
Paturin	5,5

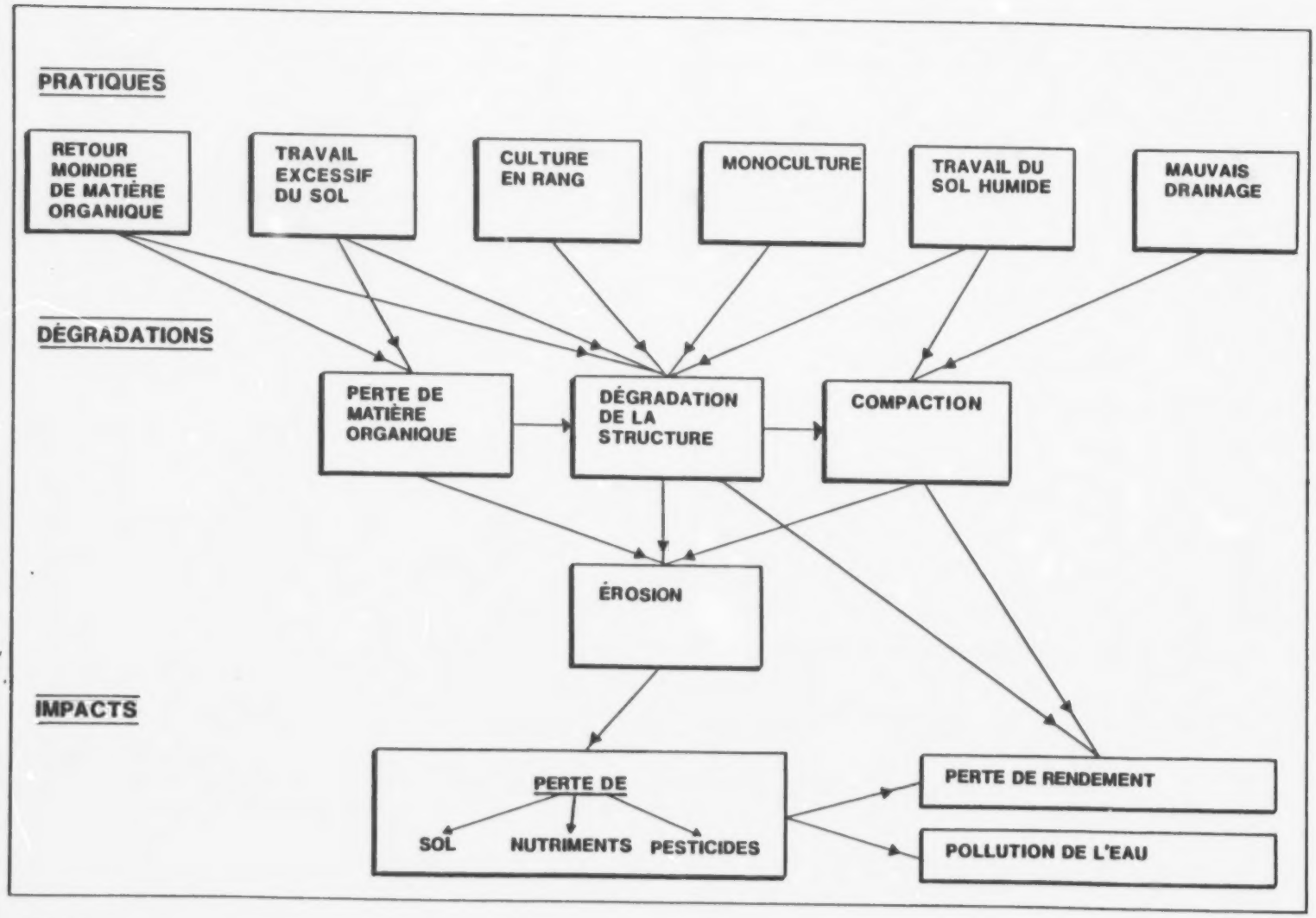


FIGURE 1
Interactions entre les pratiques culturales conduisant à la dégradation des sols et leurs impacts. (Adapté de Mehuys 1984, tiré de Gosselin et al. 1986)

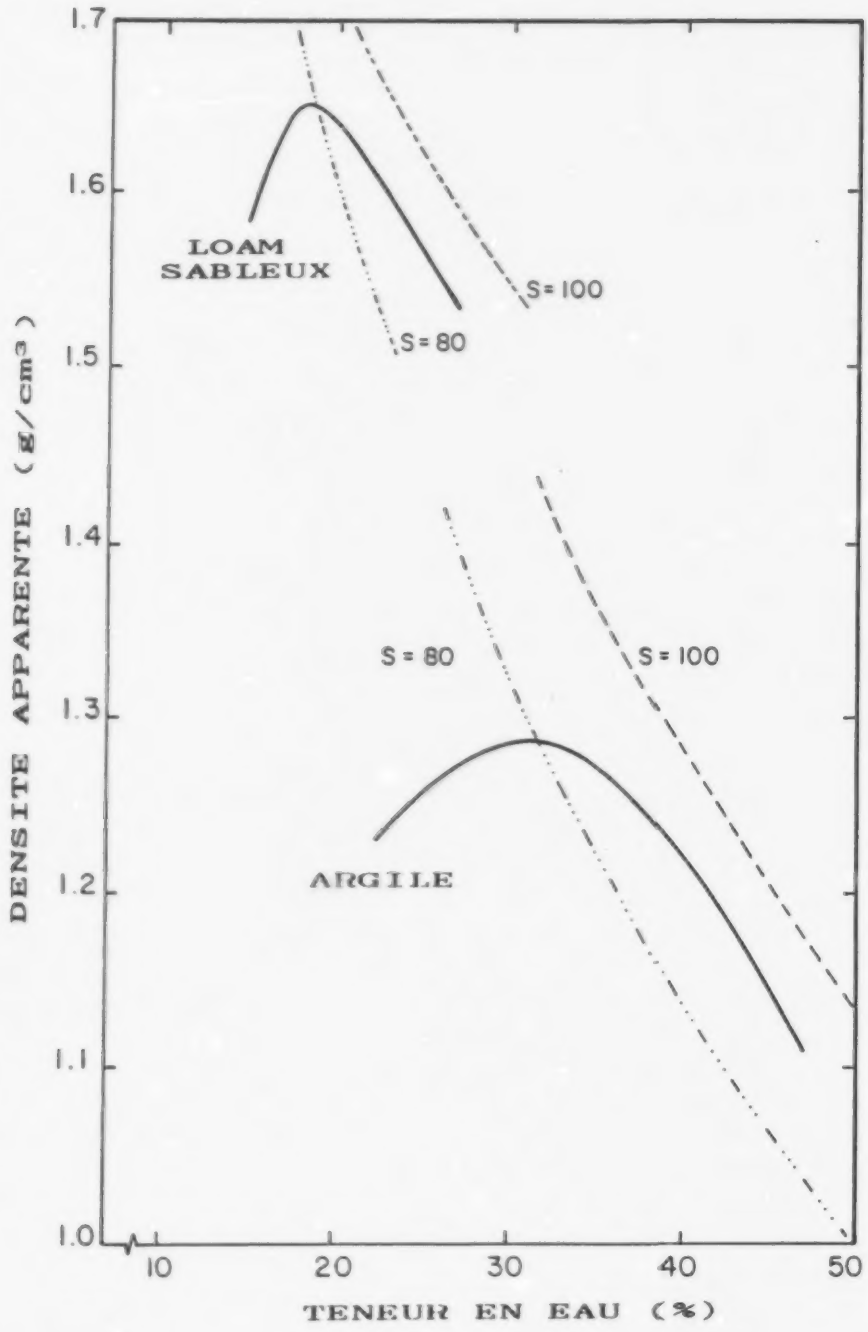


FIGURE 2
Courbes de compaction de deux sols en fonction de leur teneur en eau.
(Raghavan, comm. personnelle)

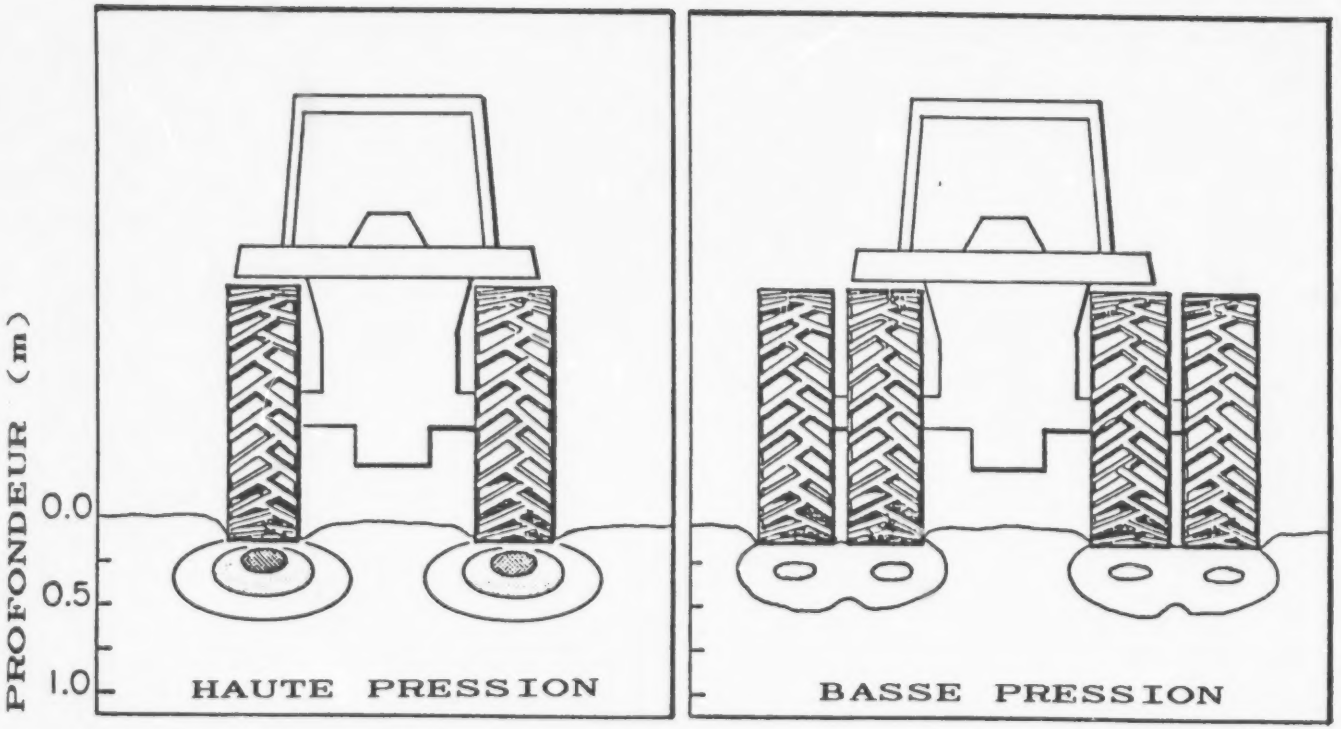


FIGURE 3
Changements de densité apparente sous les roues d'un tracteur selon sa charge au sol.

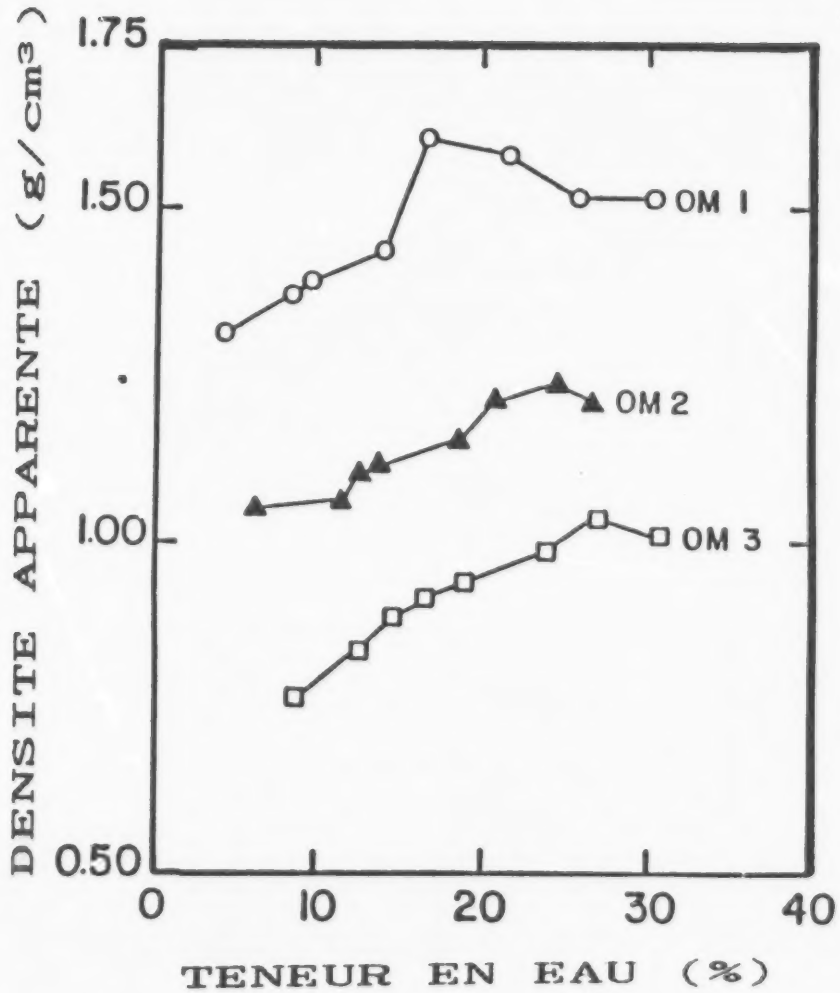


FIGURE 4
Effets de la matière organique sur le compactage d'un loam sableux. **OM1** = 3%, **OM2** = 10%, **OM3** = 17% de matière organique. (D'après Ohu 1985)

LE BRISE-VENT: PLUS QU'UNE MESURE DE CONSERVATION DES SOLS

Conférence prononcée le
14 novembre 1986.

par

Luc Desbiens, professeur
Institut de Technologie Agricole
LA POCATIERE

André Vézina, professeur
Institut de Technologie Agricole
LA POCATIERE

Camille Desmarais, géographe
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation du Québec
NICOLET

INTRODUCTION

La culture de pomme de terre nécessite la mise à nu du sol sur une longue période de l'année. Période où le vent et l'eau s'en donnent à coeur joie pour arracher au champ la partie la plus fertile, chargée de fertilisants, de matière organique et ayant la meilleure capacité de rétention d'eau.

De plus, on cultive la pomme de terre sur du sable, sol facilement érodible par le vent. L'absence de débris sur des champs immenses sans obstacle, laisse le sol très vulnérable face au vent et à l'eau. L'assèchement du sol lors des printemps chauds et secs facilite l'arrachement par le vent des particules qui étaient maintenues en place par l'humidité du sol. Maintes fois a t'on vu, sous de telles conditions, des nuages de sable se déplacer sur de longues distances et causant au passage l'abrasion des plantules de pomme de terre.

Une étude sur l'utilisation de la photographie infrarouge dans la production de la pomme de terre réalisée en 1985 dans la région agricole 04, a montré des baisses substentielles de rendement occasionnées par l'érosion éolienne. Des baisses de rendement, de 20 à 66%, ont été mesurées sur 36,3 ha, soit plus du tiers de la superficie étudiée (tableau 1). Un groupe d'experts d'Agriculture-Canada a estimé à 2,2 millions de dollars les pertes de rendement occasionnées par l'érosion éolienne pour l'ensemble des productions dans la vallée du Saint-Laurent, 3e région la plus touchée par ce problème au Canada après les plaines de l'ouest et le sud de l'Ontario.

TABLEAU 1.
Pertes de rendement par érosion par le vent dans la culture de pomme de terre.

	Parcelle non-érodée (rouge)	Parcelles érodées (rose pâle et blanc)	Total
Superficie (ha)	61,7	36,3	98 ha
Rendements (kg/ha)	36 841	22 071 (-40%)	

En plus des baisses de productivité importantes, c'est le sol qui s'en va. Dans des conditions normales, il faut de 300 à 1000 ans pour former 1 pouce de sol (Pimentel D. et al.). A cinq tonnes à l'acre par année de perte par l'érosion, cela prend seulement 33 ans pour perdre ce pouce.

Des mesures de protection doivent être envisagées pour ces parcelles et d'une façon urgente, car elles s'agrandissent au fur et à mesure que le vent

souffle. Plusieurs actions peuvent être prises par les producteurs, telles que:

- Labour de conservation ;
- culture de couvertures et plantes d'hiver ;
- paillage en ligne interrompu ;
- culture en bandes.

Il y a bien entendu, des solutions permanentes aux problèmes d'érosion, soit :

- Interruption de culture sur les zones sensibles ;
- rideaux forestiers.

1. POTENTIEL D'UTILISATION DES BRISE-VENT AU QUEBEC

1.1 REDUCTION DE L'EROSION EOLIENNE

Le brise-vent est un moyen employé avec succès pour réduire l'érosion éolienne. On les retrouve dans les plaines de l'ouest du continent américain, où ils ont été plantés suite au "Dust Bowl" qui a eu lieu dans les années 1930, en France, au Danemark, dans le centre de l'Asie, au Moyen Orient et en Afrique du Nord.

Le brise-vent agit sur deux facteurs qui influencent le plus l'érosion éolienne des sols: la vitesse du vent et la teneur en eau du sol.

Le vent est le moteur qui déclenche et maintient le mécanisme de l'érosion éolienne. Le brise-vent contribue à réduire le pouvoir érosif du vent en diminuant sa vitesse. Un brise-vent efficace de hauteur H, entraîne une réduction moyenne d'environ 50% de la vitesse du vent sur 10H et de 25% entre 10 et 20H à une hauteur de 0,3H au-dessus du sol (figure 1).

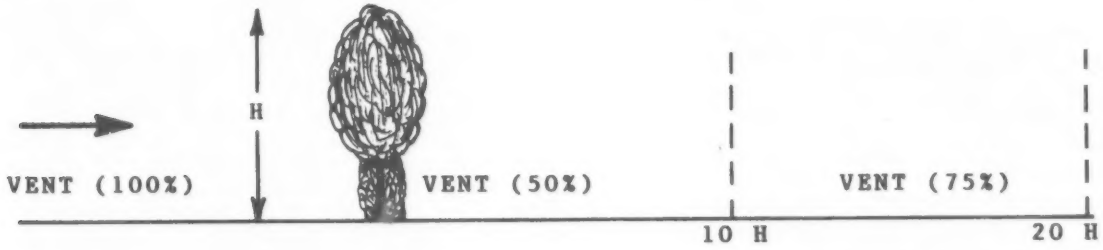


FIGURE 1.
Représentation schématique des vitesses moyennes de vent, mesurées à 0,3H du sol, derrière un brise-vent moyennement dense par rapport à une zone dégagée (d'après des données de Vézina, 1985).

La diminution de la vitesse du vent peut entraîner une réduction importante des pertes de sol; selon Woodruff (1977) , un vent de 30 km/h aurait un pouvoir érosif 3 fois moindre qu'un vent de 50 km/h.

L'eau favorise une meilleure cohésion entre les particules du sol; celles-ci sont plus susceptibles d'être emportées par le vent si la teneur en eau est faible. Les brise-vent contribuent à favoriser une teneur en eau supérieure dans le sol en réduisant les pertes par évaporation de 20 à 40% dans la zone protégée (Guyot, 1985). Durant l'hiver, ils trappent la neige qui autrement serait emportée par le vent, prévenant ainsi le dessèchement de la surface du sol. De plus, la fonte de cette neige alimente les réserves en eau du sol.

1.2 AUGMENTATION DES RENDEMENTS

En plus de diminuer les pertes de sol, les brise-vent réduisent les problèmes mécaniques causés par le vent et entraînent une meilleure utilisation de l'eau par la plante .

La mise en place de brise-vent contribue également à une augmentation des températures de jour (Guyot, 1985) dans la zone protégée. Par conséquent, les brise-vent augmentent la précocité et les rendements de plusieurs cultures, dont la pomme de terre (tableau 2) où une augmentation moyenne de 9,2% sur 20 fois la hauteur du brise-vent, a été obtenue par Olesen au Danemark.

TABLEAU 2.
Augmentation de rendement pour différentes cultures protégées par des brise-vent.

PAYS	CULTURES	AUGMENTATION DE RENDEMENT %	AUTEURS
U.S.A.	Tomates	11 - 16	Rosenberg et al, 1967
Angleterre	Pommes de terre	11 et 21	Hogg, 1965
Danemark	Trèfle	11,0**	Olesen, 1985
	Orge	5,6**	
	Seigle	4,5**	
	Navets	6,4**	
	Pommes de terre	9,2**	
Canada (Alberta)	Orge	25	Harris, 1978
	Foin de trèfle Alsike	18	

	Semence de trèfle Alsike	30	
Canada (Ontario)	Maïs	10*	Baldwin et Johnston, 1984
	Fève soya	20*	
Canada (Québec)	Tomates	15*** (1983) 27*** (1984)	Fortin, communication personnelle

*: sur 10H, **: sur 20H, ***: sur 30H (où H = hauteur de brise-vent)

Compte-tenu des différences de sol et de climat, les résultats du tableau 2 ne peuvent s'appliquer intégralement au Québec. Toutefois, les données de Fortin indiquent une tendance semblable (tableau 2).

1.3 AUTRES POSSIBILITES D'UTILISATION DES BRISE-VENT

Outre la réduction de l'érosion par le vent et l'augmentation de rendement, les brise-vent favorisent un meilleur épandage des engrais et des herbicides et une irrigation plus uniforme des cultures dans la zone protégée. Certaines cultures sont grandement avantagées par une amélioration du micro-climat ou encore la protection mécanique qu'assure un brise-vent.

Aux possibilités d'utilisation déjà mentionnées s'ajoute la protection des serres, des animaux , des bâtiments de ferme et des routes, la lutte contre l'érosion hydrique et l'embellissement du paysage.

1.4 ASPECTS NEGATIFS

1.4.1 Risques de gelée

Le brise-vent peut augmenter les risques de gel dans la zone protégée surtout par nuit claire et vent léger en réduisant le brassage d'air qui favorise le réchauffement des températures près de la surface du sol (Jensen, 1961).

1.4.2 Insectes et maladies

L'apport massif de ravageurs créé par le brise-vent est indéniable mais simultanément, l'effet est le même sur les entomophages; il faut évaluer le bilan pour chaque type de culture (Bouchard et Masseau, 1986). L'incidence des brise-vent sur les maladies de la pomme de terre ou sur la survie du doryphore par l'accumulation de la neige n'ont pas fait l'objet d'étude spécifique au Québec.

2.0 CRITERES D'EFFICACITE DU BRISE-VENT

Globalement, l'impact des brise-vent est positif et son potentiel d'utilisation en agriculture est grand. Cependant, pour que le brise-vent remplisse efficacement son rôle, il doit posséder les caractéristiques suivantes.

2.1 POROSITE

La majorité des experts reconnaissent la porosité comme le facteur le plus influent sur l'efficacité d'un brise-vent. La porosité du brise-vent est définie comme la surface occupée par les vides par rapport à la surface totale exposée au vent. Elle est choisie en fonction de la nature de la protection requise. Pour la culture de la pomme de terre, comme pour la majorité des cultures, la porosité recommandée se situe autour de 50%. C'est un compromis entre la porosité de 40% qui permet une réduction optimale de la vitesse du vent (Guyot, 1985) et la porosité de 70% qui permet une répartition uniforme de la neige dans le champ. Si la mesure de la porosité d'un brise-vent artificiel est relativement simple, elle devient plus complexe lorsqu'on aborde les brise-vent naturels à cause de leur épaisseur. On doit rechercher un brise-vent de densité moyenne et perméable au vent. De plus, il faut que la porosité soit répartie uniformément et éviter les trouées où le vent peut même être accéléré.

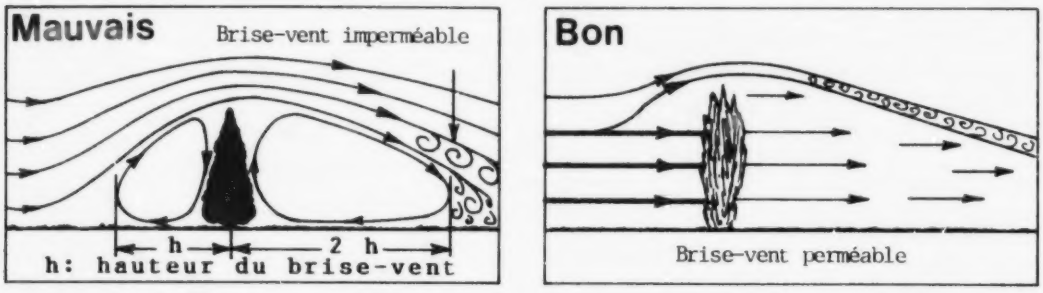


FIGURE 2.
Un brise-vent perméable réduit la vitesse du vent et laisse écouler l'air sans turbulence assurant une protection égale de 15 à 20 h.

2.2 HAUTEUR

La zone de protection d'un brise-vent est fonction de sa hauteur. Un brise-vent de porosité de 50% assure une protection efficace sur 10 à 20 fois sa hauteur. Un brise-vent haut confère une réduction supérieure de la vitesse du vent à celle offerte par un brise-vent de faible hauteur (Van Eimern , 1964 dans Mc Naughton, 1986).

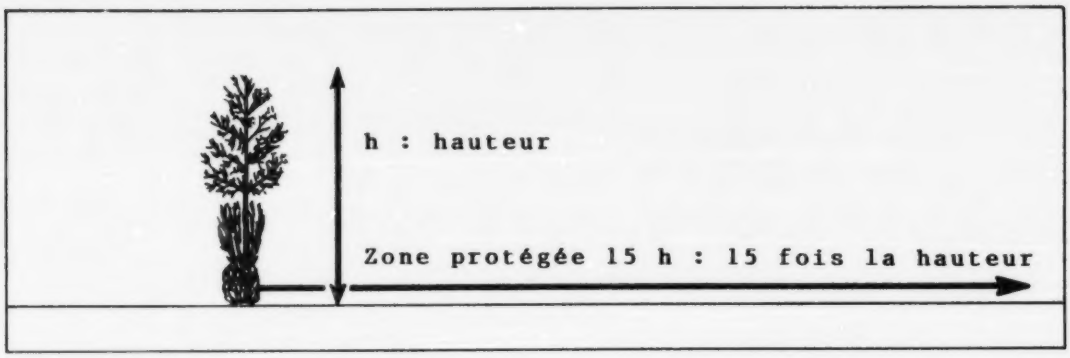


FIGURE 3.

2.3 LA LONGUEUR DU BRISE-VENT

Pour être pleinement efficace, un brise-vent doit avoir une longueur d'au moins 11,5 fois sa hauteur (Nagëli, 1953 dans Guyot, 1977). La zone de protection idéale débute à partir de cette longueur.

2.4 LA LARGEUR DU BRISE-VENT

La largeur du brise-vent est importante dans la mesure où elle affecte la perméabilité du brise-vent. Normalement, plus la bande est large, plus le brise-vent est imperméable. Par exemple, un boisé agit un peu comme un brise-vent imperméable.

2.5 ORIENTATION DU BRISE-VENT

Il faut orienter le brise-vent perpendiculairement au vent dominant. Cependant, ce n'est pas toujours possible. Lorsque le vent frappe un brise-vent naturel avec un angle différent de 90°, la distance parcourue à travers le brise-vent est supérieure, celui-ci devenant moins perméable au vent. Une différence inférieure à 20° n'entraîne pas de variation importante de l'efficacité de la protection .

3.0 IMPLANTATION PRATIQUE DU BRISE-VENT

Lorsque vient le temps d'implanter le brise-vent, il faut choisir entre un brise-vent naturel ou artificiel. Leurs avantages et désavantages respectifs sont présentés au tableau 3.

TABLEAU 3.
Avantages et désavantages des brise-vent naturels et artificiels.

BRISE-VENT ARTIFICIELS	BRISE-VENT NATURELS
Avantages :	Avantages :
- ne compétitionnent pas les cultures - porosité plus facile à contrôler - peuvent être déplacés - protection immédiate	- protection de longue durée - économiques - hauteur (15-20 m) - flexibles - rehaussent la bauté du paysage
Désavantages :	Désavantages :
- prix élevé - exigent beaucoup de main d'oeuvre - hauteur limitée (1,3 - 2,6 m) - durée de vie limitée (5 à 15 ans) - manque d'expertise sur les matériaux à employer	- compétitionnent les cultures (sur 1H) - racines peuvent obstruer les drains - exigent un plus grand suivi - contrôle plus difficile de la porosité - susceptibles aux maladies et aux applications de pesticides - non mobiles

Le coût avant installation d'un brise-vent artificiel de 1,3 mètres de haut se situe autour de 10 000$ par kilomètre, alors qu'il en coûterait environ 600$ par kilomètre pour un brise-vent naturel. Présentement, cette somme peut-être réduite de moitié puisque plusieurs essences feuillues ou résineuses peuvent être obtenues gratuitement au ministère de l'Energie et des Ressources dans le cadre de leur programme de reboisement. L'argument économique justifie donc l'installation d'un brise-vent naturel, le brise-vent artificiel étant limité aux cultures maraîchères qui occupent de petites superficies, ce qui n'est pas le cas pour la culture de la pomme de terre. Le brise-vent naturel compétitionne les cultures pour l'espace, l'eau et les éléments nutritifs, jusqu'à 1 fois sa hauteur . Toutefois, les augmentations de rendement obtenues à partir de ces distances dépassent ces pertes pour bon nombre de cultures La démarche à suivre pour implanter un brise-vent naturel est expliquée dans les sections suivantes.

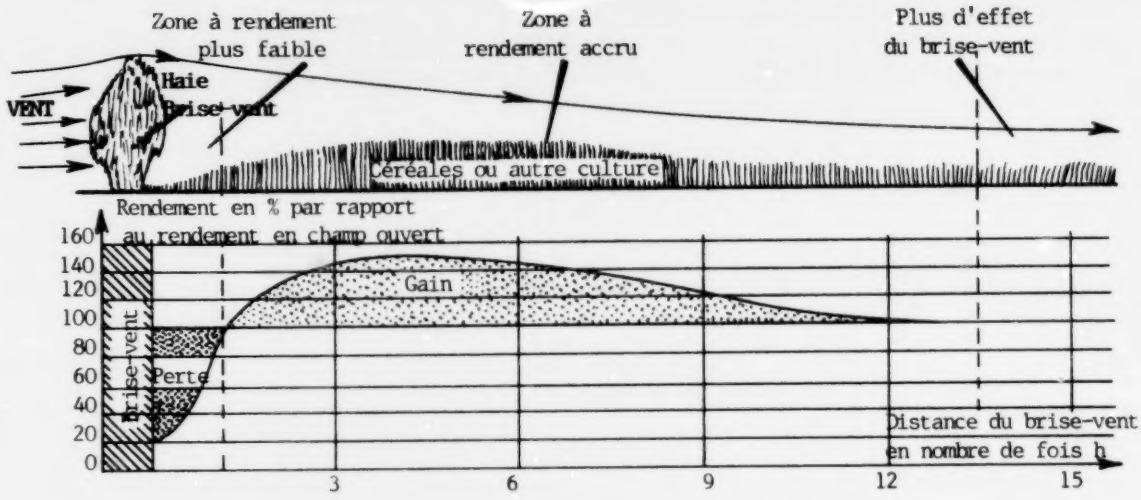


FIGURE 4.
Pourcentage de pertes et d'augmentation de rendement dans la zone protégée.

3.1 CHOIX D'UNE METHODE DE CONSERVATION

Celui qui choisit d'implanter un brise-vent pour protéger ses champs et augmenter les rendements doit tenir compte des critères ci-haut mentionnés. Il devra aussi procéder à l'analyse de son site et aussi évaluer la nature de la protection recherchée. A l'aide des conseils du personnel agronomique, un producteur peut utiliser un rideau forestier aux endroits stratégiques sur sa ferme ou employer cette technique en combinaison avec le labour de conservation, la culture en bandes ou tout autre mesure de conservation adaptée à la situation.

3.2 REPERER L'EMPLACEMENT DU BRISE-VENT

La première étape consiste à repérer l'endroit sur la ferme où l'on va installer le brise-vent. Il faut d'abord identifier la direction des vents dominants, et par la suite le brise-vent devrait être orienté perpendiculairement. Afin de limiter la compétition du brise-vent sur la culture, on conseille de l'installer en bordure de fossés ou de chemins d'accès. On peut planter sur la limite avec le voisin dans la mesure où l'on s'entend avec lui, de préférence par écrit comme pour un droit de passage. Si aucune entente n'est ratifiée, l'interprétation de l'article 195 du code municipal spécifie que tout propriétaire d'un terrain cultivé peut exiger de son voisin, un découvert de 15 pieds en faisant abattre les arbres nuisibles.

Les contraintes du site, comme la présence de drains souterrains, surtout les collecteurs, de poteaux électriques ou de cables souterrains et le passage de routes publiques, doivent être considérées avant d'établir le brise-vent.

3.3 ANALYSE DES PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU SOL

Quand l'endroit idéal pour installer le brise-vent est trouvé, il faut identifier la texture, le drainage et le pH du sol avant de procéder au choix des espèces.

3.4 NATURE DE LA PROTECTION REQUISE

La nature de la protection requise qui est fonction des caractéristiques de la culture à protéger, va influencer le choix et l'arrangement des arbres dans le brise-vent. Il faut donc identifier quels sont les besoins de la culture. Pour la pomme de terre, il faut s'assurer d'une protection durant la période de croissance, mais également durant la période où le sol est à nu à cause des problèmes d'érosion éolienne qui peuvent être particulièrement virulents en mai et juin.

3.5 DEMANDE DE PLANTS AU M.E.R.

L'inscription au reboisement volet brise-vent doit s'effectuer auprès des autorités du ministère de l'Energie et des Ressources (M.E.R.) de votre région avant le ler octobre, si l'on veut avoir des plants au printemps suivant. La demande n'implique pas la connaissance immédiate de la quantité et de la nature des arbres à reboiser.

3.6 CHOIX DES ESPECES ET DE LEUR ARRANGEMENT

Le choix des espèces et de leur arrangement est dicté par les caractéristiques du sol, le climat de la région, le degré de protection désiré et par l'interaction potentielle du brise-vent avec les cultures. Les essences généralement disponibles gratuitement au M.E.R. qui sont le plus susceptibles d'être employées pour protéger les cultures de pomme de terre sont présentées au tableau 4. Le conseiller forestier du M.E.R., suite aux recommandations agronomiques aidera à orienter votre choix.

TABLEAU 4.
Hauteurs approximatives (m), à 10 ans et à maturité, des espèces à planter pour protéger les cultures de pommes de terre. Les hauteurs des résineux ont été obtenues sur sites de qualité moyenne (Bolghari et Bertrand, 1984)).

ESPECE	HAUTEUR A 10 ANS (m)	HAUTEUR A MATURITE (m)	REMARQUES
Pin rouge (Pinus resinosa)	3	20	- Le développement horizontal de ses branches permet l'atteinte d'une bonne porosité, mais le rend sensible aux bris par la neige.
Pin sylvestre (Pinus sylvestris)	3	14	- de densité et de formes moins intéressantes que le pin rouge, il est cependant moins susceptible aux bris par la neige ou le verglas.
Pin noir (Pinus nigra)	n.d.	n.d.	- Résiste bien aux vents. Il atteint une hauteur comparable au pin rouge.
Mélèze laricin (larix laricina)	5	20	- Croissance rapide. - Perd ses aiguilles à l'automne.
Epinette blanche (Picea glauca)	2	15	- Résiste bien aux vents. Forme un couvert dense.
Epinette de Norvège (Picea abies)	3	20	- Couvert moins dense que l'épinette blanche.
Peuplier hybride (Populus)	10	22	- Croissance très rapide, facile à reproduire. A utiliser lorsqu'on veut une protection très rapidement.
Chêne rouge (Quercus rubra)	4	20	- Résiste bien au vent, bonne longévité.

Frêne rouge (Fraxinus pennsylvanica)	5	13	- Vigoureux, s'adapte à différents types de sols, il est excellent pour répartir la neige dans le champ. - Très résistant aux insectes et aux maladies.
Erable à sucre (Acer saccharum)	4	20	- Constitue une exception à l'article 135 du code municipal, il peut être planté à moins de 15 pieds du voisin.

Les loams limoneux, loams sableux et les sables bien pourvus en matière organique, dont le pH varie entre 5 et 5,5, conviennent à la culture de la pomme de terre (C.P.V.Q., 1983). Les résineux s'adaptent bien à l'acidité de ces sols.

De plus, ils offrent une protection toute l'année sauf pour les mélèzes dont les aiguilles tombent à l'automne. Les pins s'acclimatent bien de la gamme de textures ci-haut mentionnée, alors que les épinettes et mélèzes préfèrent un sol frais dont le contenu en limon et argile permet une bonne rétention de l'eau. Les résineux devraient être plantés à tous les 1,5 mètres afin de fermer rapidement le brise-vent. Si celui-ci devient trop dense, une coupe d'un arbre sur deux pourrait être envisagée.

Bien que les essences feuillues croissent dans des sols de pH 5 à 5,5, elles préfèrent généralement des sols dont le pH est plus près de la neutralité que l'on peut obtenir par un chaulage adéquat. Les essences feuillues offrent une protection inférieure durant la période où elles n'ont pas leur feuillage (figure 5). Toutefois, en formant un rideau moins compact qu'un brise-vent de conifères (sauf les mélèzes), elles favorisent une accumulation plus uniforme de la neige dans le champ. De plus, elles sont généralement plus durables et s'harmonisent mieux au paysage rural. L'espacement suggéré entre les feuillus est de 2 à 3 mètres. Pour un espacement de 3 mètres, un arbuste devrait être inséré entre chaque feuillu pour couvrir la base du brise-vent et faciliter l'élagage naturel des arbres.

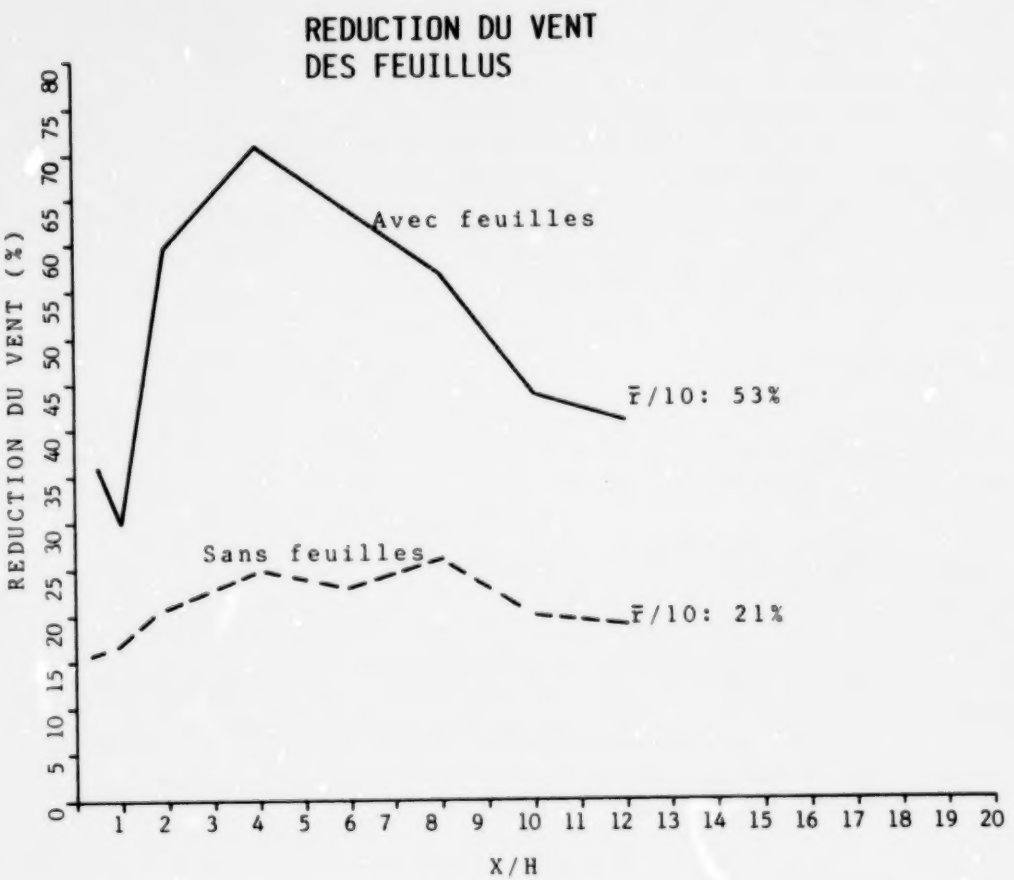


FIGURE 5
Réduction du vent derrière une haie de peupliers plantés tous les mètres. BRAM 1984.
Source: André Vézina, 1985.

3.7 PREPARATION DU TERRAIN

La préparation du terrain comporte un labour et un hersage sur 2 mètres minimum. Dans les sols pauvres en matière organique, l'incorporation de fumier est à conseiller. Le sol doit être très meuble pour faciliter la pose d'un film plastique noir de 0,027 pouce d'épais et disponible en largeur de 48 et 60 pouces. Ce paillis permet de réduire la compétition herbacée et de limiter les pertes d'eau par évaporation, entraînant un meilleur taux de survie et une croissance supérieure des arbres. La préparation du terrain, y compris la pose du film plastique, devrait s'effectuer à l'automne. Cela permet de répartir le travail du producteur et de planter plus tôt au printemps.

3.8 PLANTATION

Les plants fournis par le M.E.R. sont généralement disponibles au début du mois de mai. Ils doivent être mis en terre le plus tôt possible après leur réception. Les plants sont introduits dans le sol après avoir créé une ouverture de la dimension des racines de l'arbre, à travers le plastique.

Lorsque l'ouverture a un diamètre supèrieur à 20 centimètres, il faut le colmater avec une collerette (carré de plastique) pour éviter la pousse des mauvaises herbes autour du plant.

4.0 ENTRETIEN

La plantation est une étape où il est généralement facile de motiver les producteurs. Toutefois, il faut insister sur l'entretien du brise-vent dont dépendra souvent le succès de votre plantation.

4.1 DESTRUCTION DES MAUVAISES HERBES

Cette opération, la plus importante dans l'entretien du brise-vent, doit être effectuée durant les 3 premières années, période nécessaire à l'établissement des arbres. Les mauvaises herbes en bordure du paillis plastique doivent être supprimées mécaniquement à l'aide d'un rotoculteur ou d'un sarcloir ou chimiquement à l'aide d'herbicides. Cette opération, peu coûteuse en temps et en argent, assure un meilleur taux de survie et une croissance supérieure des arbres.

4.2 REGARNISSAGE

Malgré l'entretien et les bons soins prodigués à la plantation, une certaine quantité d'arbres peut mourir (généralement moins de 10%) et il faut songer à les remplacer. Si le nombre à remplacer est minime, cette opération peut être esquivée puisque les arbres sont plantés assez rapprochés l'un de l'autre pour refermer le couvert.

4.3 TAILLE ET ELAGAGE

Si le brise-vent devient trop dense ou si les branches nuisent à une bonne régie du champ, la taille ou l'élagage doit être envisagé. L'élagage devrait s'effectuer durant la période de dormance; la coupe doit être nette et s'effectuer à environ 2 cm du tronc pour avoir une bonne cicatrisation. L'élagage peut également être considéré lorsque les branches du bas d'un arbre à croissance rapide nuisent au bon développement d'un arbre à croissance plus lente, comme par exemple le mélèze planté à côté d'une épinette. Ces opérations qui sont effectuées 10 à 20 ans après la plantation peuvent être minimisées par un choix et un arrangement judicieux des arbres.

4.4 RENOUVELLEMENT

Comme les arbres vivent généralement aussi vieux que celui ou celle qui les plante, on laisse généralement à la génération suivante le soin de les remplacer. Un exemple marquant est celui du Mid-West américain où les rideaux forestiers plantés dans les années '30 sont rendus à maturité. Ils devront être coupés, privant la culture et le sol d'une protection nécessaire. Lorsque l'on a deux rangées, une rotation peut permettre de toujours garder de la protection. Sur une seule rangée, on peut envisager la plantation d'essences à croissance rapide entre lesquelles on retrouve des essences à développement plus lent pouvant tolérer l'ombrage des premiers. Pour bien réussir la rotation, il faut une bonne surveillance du développement des arbres afin d'intervenir pour élaguer et couper les arbres au bon moment. Les arrangements peupliers-épinettes, peupliers-pins, frênes rouges et pins devront être étudiés.

CONCLUSION

Le potentiel d'utilisation des brise-vent dans la culture de la pomme de terre est considérable: réduction de l'érosion éolienne des sols, augmentation de rendement et irrigation plus uniforme des champs. Le brise-vent idéal assure une protection sur 20 fois sa hauteur et une distribution uniforme de la neige dans la zone protégée. Les brise-vent naturels sont préférables aux brise-vent artificiels à cause de leur coût très inférieur, leur durabilité et leur hauteur supérieure. Dans le cadre de son programme de reboisement, volet brise-vent, certaines espèces d'arbres sont allouées gratuitement sur demande au ministère de l'Energie et des Ressources qui assure aussi les conseils relatifs quant à leur choix. La plantation sur paillis plastique noir assure un taux de survie supérieur et des plants plus vigoureux. Les premières années d'un brise-vent naturel sont cruciales dans son développement. L'élimination des mauvaises herbes et les autres étapes dans l'entretien sont essentielles si l'on veut s'assurer d'un rideau forestier efficace assurant une protection continue et adéquate à la culture de pomme de terre.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME, 1983. Pomme de terre. Guide de culture, Agdex 161/20, Conseil des productions végétales du Québec, Ministère de l'Agriculture, es Pêcheries et de l'Alimentation, 39 pages.

BALDWIN, C.S., Johnston, E.F., 1984. Windbreaks on the farm. Publication no 527. Ministry of Agriculture and Food of Ontario, 20 p.

BOUCHARD, D. et Masseau, M., 1986. L'influence des bordures et des brise-vent sur les insectes ravageurs et entomophages. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Service des études écologiques. Bibliothèque nationale du Québec, 38 p.

FORTIN, J.P.. Windbreak effects on microclimate and yield of tomato (Lycopersicon esculentum) in Quebec. Thèse de maîtrise soumise au "department of plant science" du collège Macdonald, Université McGill.

GUYOT, G., 1985. Les effets aérodynamiques et microclimatiques des brise-vent et des aménagements régionaux. Actes du Séminaire international sur les brise-vent tenu à Tunis, Tunisie, CRDI-MR117e,f. pp. 8 à 54.

HARRIS, R., 1978. Plantations brise-vent pour la région de la Rivière de la Paix. Station de Recherches de Beaverlodge, Alberta Service d'information, Ministère de l'Agriculture du Canada, Publication 1384, 27 p.

HOGG, W.H., 1964. Report on work at experimental horticulture stations with shelter screens, Scientific Horticulture, 17-61-66.

JENSEM, Martin, 1964. Shelter effect. Investigations into the Aerodynamics of Shelter and its effects on Climate and Crops. The Danish Technical Press. Copenhagen.

MC NAUGHTON, K.G., 1986. Effects of windbreaks on turbulent transport and microclimate. Dans: Windbreak technology, J.R. Brandle et D.L. Hintz (Eds), Sous presse, Communication donnée durant l'"International Symposium on Windbreak Technology" à Lincoln, Nebraska, 23-27 juin 1986.

NAGELI, W., 1953. Untersuchungen uber die wind verhaltnisse in Bereich von Schilfrohwanden. Annales de l'institut Fédérale de Recherches Forestières, Suisse, 29(2), 213-266.

OLESEN, F., 1985. Investigations into shelter effect with wind protection in Danish agriculture. Actes du Séminaire international sur les brise-vent tenu à Tunis, Tunisie, CRDI-MR117e,f, pp. 112-123.

PIMENTEL, D., Land Degradation: Effects on Food and Energy Resource, Science 194, 1976.

ROSENBERG, N.J., Lecher, D.W. et Neild, R.E., 1967. Responses of irrigated SNAP beans to wind shelter. Am. Soc. Hort. Sci. Proc. 90: 169-179.

VAN EIMERN, J. et al, 1964. Windbreaks and shelterbelts. World Meteorological organisation technical, note 59, 188 p.

VEZINA, A., 1985. Efficacité aérodynamique de différents types de brise-vent dans le Sud de la France. Rapport de stage, I.N.R.A. d'Avignon, 88 p.

WOODRUFF, N.P., Lyles L., Siddoyay F.H., Fryrear, D.W., 1977. How to control wind erosion. Inf. Bull., no. 354, USDA, 22 p.

TECHNIQUES DE CONSERVATION DU SOL AU NOUVEAU-BRUNSWICK

CONFÉRENCE PRÉSENTÉE LE
14 NOVEMBRE 1986 LORS DU

SYMPOSIUM DE LA POMME DE TERRE

PRÉPARÉE PAR

JEAN-LOUIS DAIGLE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
GRAND-SAULT

T E C H N I Q U E S D E C O N S E R V A T I O N
D U S O L A U N O U V E A U - B R U N S W I C K

1. AVANT PROPOS

Le haut de la vallée de la rivière Saint-Jean est reconnu comme étant le centre principal de la production de la pomme de terre au Nouveau-Brunswick. Le développement de l'agriculture de notre région est passé de l'agriculture mixte vers une agriculture très spécialisée dans les cultures commerciales. Nul ne pensait qu'un jour cette spécialisation contribuerait à accélérer les problèmes de dégradation et de l'érosion du sol à un tel point qu'elle pourrait menacer l'avenir de l'agriculture de notre belle région agricole, si aucune action positive n'était prise.

D'abord, nous devons reconnaître qu'au Nouveau-Brunswick la topographie dans la vallée est généralement caractérisée par des pentes longues et ondulées. Nos sols furent développés sur des "tills glaciaux" et ils sont assez minces avec une profondeur moyenne de un mètre en sol non-érodé.

2. L'AMPLEUR DE L'EROSION PAR L'EAU

Depuis les années 1945, le taux annuel des pertes de sol a augmenté de 3 à 5 fois sur les terres non-protégées par des mesures de contrôle d'érosion.

Des expériences conduites sur des petites parcelles expérimentales nous a permis d'enregistrer des pertes de sol annuelles jusqu'à 38 tonnes par hectare pour une parcelle de pomme de terre cultivée dans le sens de la pente avec une longueur de pente de 32 mètres sur une inclinaison de 11%.

L'érosion du sol par l'eau est un processus de dégradation du sol qui est surtout accéléré par l'intervention de l'homme soit par ses pratiques culturales ou la gestion du sol. Vous avez certainement déjà entendu parler du besoin de rotation, des plantes-abri, de la matière organique, et des façons culturales. Par contre, il faut aussi reconnaître l'importance des diverses techniques de conservation du sol qui sont courramment utilisées au Nouveau-Brunswick et aux Etats-Unis pour réduire les risques d'érosion.

3. TECHNIQUES DE CONSERVATION DU SOL

Il existe plusieurs alternatives dans les mesures de lutte contre l'érosion. Au Nouveau-Brunswick la mesure de protection la plus courante est l'usage de structures de contrôle de l'eau, telles que les terrasses de canalisation ou de dérivation combinées aux sorties d'évacuation par voies engazonnées ou enrochées. L'usage de culture en contour et en bandes alternées agencé aux structures de contrôle devient de plus en plus populaire. Il ne faut surtout pas oublier l'importance des mesures agronomiques complémentaires, telles que les plantes-abri et la préparation des sols minimums pour réduire l'érosion et améliorer la qualité de nos sols.

Les diverses techniques de conservation recommandées sont discutées brièvement ainsi que leurs caractéristiques respectives:

3.1 La culture en contour

Celle-ci constitue la méthode de conservation du sol la plus élémentaire qui soit. Cependant, cette méthode est souvent insuffisante à elle seule et elle doit être combinée à plusieurs autres techniques de conservation.

3.2 La culture en bandes

Cette méthode est plus efficace que la culture en contour puisqu'elle consiste à alterner des bandes suivant les lignes de contour en bandes de foin, de céréales, et de culture sarclée. La largeur de ces bandes dépendra de l'inclinaison et de la longueur de la pente (tableau 3). Cette technique exige de plus grande superficie en culture disponible à cause de programme de rotation nécessaire. Comme règle du pouce, dans un système de culture en bandes alternées, un maximum de 50% de la superficie du champs sera consacré aux cultures sarclées ou en rangs. Ce système est souvent combiné aux structures de contrôle du ruissellement telles les voies engazonnées.

3.3 Les voies engazonnées et les sorties d'évacuation

Les voies engazonnées et les sorties d'évacuation sont des canaux ou fossés creusés conçus pour évacuer l'excédent des eaux de ruissellement à des vitesses non-érosives ou à éliminer les problèmes de ravinement. Elles sont très souvent l'élément-clé du succès de tout système de conservation su sol. Elles impliquent diverses structures de contrôle, telles que: voie engazonnée ou enrochée, dissipateur d'énergie, chute enrochée, canalisation souterraine, etc... Ces structures doivent être planifiées conjointement avec les sytèmes de terrassement ou de cultures en bandes. De plus, on les utilise avec la plupart des techniques de conservation du sol.

Ces canalisations doivent être conçues en condition normale pour une fréquence donnée de ruissellement (10 ans - 24 heures). L'efficacité d'une voie engazonnée dépend de sa forme, de la dimension, de la végétation et de l'entretien. Il est fortement recommandé d'établir les canalisations engazonnées avant d'initier la construction de terrasses de canalisation. Les eaux de ruissellement doivent être déviées temporairement afin de permettre l'ensemencement et l'établissement d'une bonne couverture végétale stable dans les canalisations.

3.4 Les structures de dérivation

Elles sont conçues pour intercepter les eaux de ruissellement de surface afin de diriger ces eaux vers une sortie d'évacuation appropriée. Ce genre de structure de dérivation consiste à construire un fossé engazonné en travers de la pente près des courbes de niveau et suivant une inclinaison prédéterminée.

3.5 Les terrasses

Lorsque les pratiques précédentes (culture en contour et en bandes) s'avèrent insuffisantes pour assurer une protection efficace des sols contre l'érosion, l'établissement de terrasses destinées à rompre la pente devient nécessaire. Les terrasses permettent d'intercepter et de détourner l'écoulement des eaux de ruissellement. Il existe plusieurs types de terrasses, telles que les terrasses en escalier, les terrasses de canalisation à pente variable, et les terrasses d'absorption en remblai. L'espacement entre les terrasses varie selon le type de sol, le degré de pente, les rotations, le système de machinerie et les conditions climatiques.

4. MESURES AGRONOMIQUES COMPLEMENTAIRES

Les plantes-abri, telles que le seigle d'automne ou le blé d'hiver, peuvent aider à réduire l'érosion du sol en protégeant celui-ci du ruissellement pendant l'automne, l'hiver et le début du printemps. Cette méthode commence à être adoptée par certains producteurs de pommes de terre de semence si l'arrachage est effectué avant la mi-septembre ou après la récolte des pois.

La rotation et l'enfouissement d'engrais verts aident à augmenter la teneur en matière organique du sol, tout en diminuant l'érodibilité.

Nous encourageons également de nouvelles méthodes de travail orientées vers la conservation du sol. Il s'agit d'éliminer le labour conventionnel et d'utiliser des instruments de préparation minimum du sol, tels que le chisel ou les charrues à disques. Cette technique permet de laisser des billons rendant la surface plus rugueuse et plus de résidus à la surface du sol pour ainsi améliorer l'infiltration de l'eau et réduire l'érosion.

5. CHOIX D'UN SYSTEME DE CONSERVATION

Le degré de succès dans l'adoption de techniques de conservation du sol est étroitement relié à la planification d'un système complet pour une ferme en combinant les mesures agronomiques aux techniques de conservation discutées précédemment. La préparation d'un plan de conservation du sol doit être effectuée en étroite collaboration avec le producteur afin d'assurer qu'il comprenne et sélectionne, avec l'aide d'un spécialiste, un système adapté à ses besoins sur sa ferme et à sa situation économique. D'autant plus que ce plan sera aussi d'une grande utilité pour améliorer la gestion des cultures et du sol sur sa ferme. D'abord il est nécessaire d'avoir les outils essentiels pour entreprendre cette tâche en faisant l'inventaire d'utilisation des terres, l'évaluation des pertes de sol et l'analyse des alternatives possibles.

5.1 Inventaire d'utilisation des terres

Une investigation complète de la ferme devra inclure tous les détails du système de production existant et de l'utilisation des terres. L'usage de photo aérienne facilite cette tâche et permet au producteur de participer à cet inventaire qui devra inclure les données suivantes:

- un relevé des types d'érosion sur la ferme
- l'information sur les sols (capacité de production, type de sol, texture, et la profondeur)
- les conditions topographiques (pentes, longueur de pentes, caractéristiques du bassin de drainage, disponibilité de carte topographique, etc...)
- l'utilisation des champs - limite de propriété, expansion future, et direction des cultures
- les méthodes culturales - rotation, travail et gestion du sol, etc...
- techniques de conservation en usage

5.2 Evaluation des pertes de sol

L'équation universelle des pertes de sol est le seul outil de planification disponible à date pour évaluer les pertes de sol moyennes à long terme. Cette équation est représentée sous la forme suivante:

$$A = R\ K\ LS\ C\ P \qquad (1)$$

OU A = PERTES ANNUELLES MOYENNES DE SOL (T/HA)

R = FACTEUR CLIMATIQUE

K = INDICE DE SUSCEPTIBILITÉ DU SOL À L'ÉROSION

LS = FACTEUR TOPOGRAPHIQUE(PENTE ET LONGUEUR DE PENTE)

C = MÉTHODES CULTURALES

P = TECHNIQUE DE CONSERVATION DU SOL (CONTOUR, EN BANDES, PAR TERRASSEMENT)

Cette équation permet de mieux évaluer le degré de sévérité du problème d'érosion par l'eau dans une série de condition.

Par exemple: un producteur de la région de Grand-Sault cultive un champs de pommes de terre dans le sens de la pente (de haut en bas) sur un sol de type Holmesville. Le champs est de 300 mètres de longueur sur une pente uniforme de 5%. Selon l'équation, le champs de ce producteur pert en moyenne annuellement 42 tonnes par hectare de sol sous une production intensive de pommes de terre (voir fig. 1). Cette perte de sol peut être représenté par une mince couche d'environ 4 mm de profondeur perdue annuellement. A ce taux de perte de sol, la couche fertile du sol arable serait érodée en moins de 50 ans. L'analyse de cette situation permet de constater l'urgence de sélectionner un système de conservation du sol.

5.3 Sélection d'un système de conservation

L'objectif principal vise à réduire les pertes de sol à un niveau tolérable dans le choix des alternatives de mesure de contrôle et leur niveau d'efficacité. Au Nouveau-Brunswick nous utilisons une tolérance (T) maximum de 9 tonnes par hectare annuellement. Par contre cette limite peut varier selon le type de sol, sa profondeur, et du degré de protection désiré. Nous suggérons d'utiliser une tolérance de 6 tonnes par hectare sur les sols plus érodés afin d'améliorer la fertilité.

Un producteur peut choisir de réduire ses pertes de sol en sélectionnant une meilleure régie de rotation ou autres mesures agronomiques. Le tableau 1 indique l'influence de ces mesures sur le facteur cultural (C). Plus la valeur du facteur (C) diminue, plus efficace sera le niveau de protection en utilisant l'équation des pertes de sol.

$$C \leq T/R\ K\ LS\ P \qquad (2)$$

Les techniques de conservation du sol (P) sont plus efficaces pour réduire les pertes de sol. Le tableau 2 indique la performance des diverses techniques. Par exemple, sur une pente de 5% la culture en contour réduit les pertes de sol de 50% tandis que la culture en bandes alternées réduit les pertes de sol de 63% pour une rotation de 3 ans (PGrF).

De plus, la figure (1) démontre un choix possible des alternatives à prendre afin de réduire les pertes de sol à un niveau tolérable. Nous pouvons aussi constater l'efficacité des diverses techniques de conservation et des rotations sur le taux de pertes de sol. Cet exemple peut nous aider à sélectionner un système de conservation qui peut répondre à une tolérance maximum annuelle de 9 tonnes par hectare.

L'adoption de la culture en contour et de la culture en bandes est aussi limitée en terme d'efficacité par la pente et la longueur de pente. L'usage de bandes alternées doit répondre aux normes indiqués au tableau (3). Par exemple, sur une pente de 5% la largeur maximum des bandes seront de 30 mètres et la longueur de pente maximum sera de 180 mètres. Sinon le producteur devra avoir recours aux structures de contrôle de l'eau (fig. 2). C'est aussi le cas de notre producteur de pommes de terre ayant un champs de 200 mètres de long.

Lorsque les superficies de terre disponibles sont nettement insuffisantes pour établir adéquatement un système de culture en bandes, celui-ci devra aussitôt planifier l'établissement d'un système de terrassement en utilisant les espacements recommandés au tableau (4). L'espacement des terrasses de canalisation et les bandes alternées doivent être ajustés au système de machinerie utilisé par le producteur.

6. LES SYSTEMES DE TERRASSEMENT

Depuis 1948, le Ministère de l'agriculture du Nouveau-Brunswick a introduit un programme de conservation du sol orienté principalement vers l'utilisation des structures de contrôle par terrassement. Au cours des années, nous avons connu divers degrés de succès et d'échecs avec les différents systèmes dont je discuterai très brièvement.

6.1 Expérience acquise avec les systèmes de terrassement

Les premiers systèmes de terrasses de canalisation à pente maximum furent vite discontinués dû à leur manque d'alignement et aux difficultés d'opération avec la machinerie moderne.

Une seconde tentative de terrassement fut introduite en 1968 lorsque le concept des terrasses en escalier parallèle semblait être la solution. Cette idée tira son origine de la région du maïs

du "Mid-West" américain. Ce système de terrasses était conçu de façon à construire des bassins de retention de capacité suffisants pour emmagasiner le volume de ruissellement de surface pour un orage de (10 ans - 24 heures) de récurrence. Chaque bassin de retention était muni d'un tuyau collecteur (fig.3) comme sortie d'évacuation. Après quelques années d'évaluation, plusieurs problèmes inattendus survinrent et contribuèrent à l'échec quasi total de ce type de système. En résumé, ce système était très mal adapté à nos conditions climatiques, du sol, et surtout avec la culture de pomme de terre qui ne tolère pas l'excès d'humidité sur une période prolongée.

En 1973, nos efforts furent associés aux expériences de nos voisins du Maine. C'est alors qu'un nouveau système de terrasse fut introduit sous le nom de "Terrasse de canalisation parallèle à pente variable" combiné à des voies engazonnées ou enrochées comme sortie d'évacuation (fig. 2). Depuis le début de l'implantation de ce nouveau type de système, environ 3000 hectares de terre ont été protégés par cette technique de conservation au Nouveau-Brunswick. Ce système actuel est très adapté à notre région et il est beaucoup mieux accepté de la part de nos producteurs de pommes de terre et spécialement ceux dans la production de semence.

6.2 Design d'un système de terrassement

Le design de ce dernier système doit assurer le drainage suffisant des rangs adaptés à la culture de la pomme de terre, et permettre l'alignement parallèle des terrasses de canalisation pour assurer un minimum d'efficacité de la machinerie lourde.

L'espacement est un critère très important pour réduire l'érosion du sol à des pertes tolérables. L'équation universelle nous permet de prédire l'espacement cultivable entre les terrasses de canalisation. Le tableau (4) indique les espacement cultivables typiques utilisés au Nouveau-Brunswick sur un sol de type Holmesville. Cet espacement varie selon la pente, le type de sol et les mesures de conservation additionnelles et plus spécialement la culture en bandes alternées à l'intérieur du système. L'espacement réel des terrasses doit aussi tenir compte du système de machinerie utilisée (ex: planteur 4 rangs 36" et arrosoir 14 rangs), de l'espace occupé par la terrasse de canalisation, et d'un facteur de glissement et d'ajustement additionnel.

L'espacement minimum recommandé ne sera jamais inférieur à 40 mètres pour des raisons économiques, sinon, l'usage de la culture en bandes alternées devra être combiné au terrassement pour réduire les pertes de sol à un niveau tolérable ou encore d'augmenter cet espacement.

L'alignement des terrasses de canalisation est un facteur très important afin de faciliter les opérations de production. C'est pour cette raison principale qu'au Nouveau-Brunswick on a adopté le système de terrasse de canalisation parallèle à pente

variable (fig. 2). La pente variable recommandée peut varier de 0.5% jusqu'à 2% dans le fossé de canalisation pour l'établissement de la terrasse-clé. Afin de maintenir un système parallèle, nous tolérons parfois jusqu'à 4% de pente maximum sur de courtes distances et en considérant un minimum d'excavation à être effectué pour l'établissement du système complet.

L'usage de carte topographique à l'échelle 1:4800 ou 1:5000 avec intervalle de contour de 2 mètres facilite beaucoup la planification d'un système de terrassement de canalisation parallèle. Cette méthode permet de préparer un plan préliminaire et diminuer énormément le travail d'arpentage au champs pour sélectionner la terrasse-clé du système.

Le choix du type de terrasse (fig. 3,4,5) peut varier d'une ferme à l'autre selon le dimensionnement, les conditions topographiques du site en question et le choix du producteur. En règle générale, au Nouveau-Brunswick on utilise les terrasses de canalisation ou de dérivation illustrées à la figure 4. Mais puisque nous utilisons le concept de pente variable, il est essentiel d'engazonner cette structure de dérivation. C'est la différence majeure qui distingue nos terrasses de canalisation aux terrasses conventionnelles. Nous avons aussi utilisé des terrasses de canalisation engazonnées avec la pente arrière cultivable (fig.5). Cette méthode est seulement possible pour des pentes plus uniformes et dont la pente du terrain est inférieur à 8%.

La capacité d'évacuation d'eau de tout système de terrassement et sortie d'évacuation doit être basée sur des orages de 10 ans de récurrence sur une période de 24 heures. A ce stade du design, il est nécessaire de connaître la localisation des terrasses ou structures de dérivation de l'eau de ruissellement ainsi que les sorties d'évacuation. Le dimensionnement doit répondre au standard du S.C.S. américain.

7. TRAVAUX DE CONSTRUCTION

Tous travaux de construction en conservation du sol ne peuvent être effectués avant d'avoir completé au préalable la planification du système complet de contrôle de l'eau sur le bassin versant à être considéré sur la ferme.

L'arpentage au champ nécessite beaucoup d'expérience de la part d'un technicien compétent afin d'établir le système de terrassement ou de culture en bandes. Ce technicien devra préparer les spécifications nécessaires du nivellement. En règle générale, nous devons expliquer au producteur le système pour obtenir son entière collaboration et acceptation. Nous exigeons que les travaux soient effectués avec de la machinerie lourde industrielle et par des contracteurs expérimentés. Un minimum de supervision des projets est aussi nécessaire pour contrôler la qualité du travail. La construction completée, le producteur est avisé d'ensemencer ses structures de contrôle aussitôt que possible.

Les voies engazonnées doivent être établies avant la construction de terrasses de canalisation à moins d'utiliser certaine précaution spéciale de protection.

Lorsque les sorties d'évacuation d'eau peuvent avoir des implications directes sur les fermes adjacentes ou avec le Ministère des transports en ce qui concerne les chemins, il est essentiel de retarder les travaux jusqu'à ce qu'une entente acceptable ou légale entre les partenaires soit conclue. Parfois un voisin bien informé peut prévenir des sources de problèmes durant la construction.

8. MAINTENANCE ET PROTECTION

Le succès de l'implantation de tout système de conservation du sol est étroitement relié aux mesures de conservation et aux méthodes culturales utilisées sur le bassin de drainage en question. Il est préférable de répartir l'établissement du système de conservation sur une période de quelques années afin de stabiliser les structures surtout pour les voies engazonnées. Dans certains cas le drainage souterrain est nécessaire afin d'implanter une voie engazonnée ou encore il est possible d'utiliser une ceinture enrochée. Les structures spéciales telles que les chutes enrochées, les dissipateurs d'énergie, et les structures de canalisation souterraines de grande capacité peuvent être utilisées sur les zones critiques ou près des zones municipales.

Toutes les structures engazonnées doivent être maintenues par un bon programme de chaulage, fertilisation et fauchage annuel pour maintenir un tapis d'herbe en bonne condition. Si une structure est légèrement endommagée par un orage intense, il est nécessaire de faire les réparations le plus tôt possible.

9. PROGRAMME DE CONSERVATION DU SOL AU NOUVEAU-BRUNSWICK

La province du Nouveau-Brunswick possède un programme d'aide financière pour les producteurs sous l'Entente fédérale-provinciale (1984-89) sur le développement de l'agriculture. Dans le cadre de cette entente, les projets de contrôle d'érosion par l'usage de structures sont subventionnés à un taux de 66 2/3% par le gouvernement fédéral. Nous avons aussi un programme de culture en bandes qui est subventionné à un taux de $30 par acre ($75/ha). Un nouveau sous-programme de plantes-abri a été introduit récemment. Celui-ci est subventionné à $14 par acre pour une superficie maximum de 100 acres par producteur éligible pour la durée de l'entente.

Le Ministère de l'agriculture provincial offre un certain service technique de planification et d'arpentage pour l'implantation de ce programme.

10. CONCLUSION

Le Nouveau-Brunswick possède une expérience considérable dans l'est du Canada avec l'usage de techniques de conservation du sol. Au cours des années nous avons développé des techniques mieux adaptées à nos conditions du sol, du climat, à la culture de la pomme de terre, et à la mécanisation moderne.

Le système de terrasses de canalisation parallèle à pente variable,combiné avec les voies engazonnées ou enrochées, s'est avéré le système le plus accepté de la part de nos producteurs.

La situation économique actuelle dans le secteur de la pomme de terre nous amène à considérer les alternatives les moins dispendieuses aux producteurs, telles que la culture en bandes associée à un strict minimum de structures de contrôle, et à la préparation minimum des sols.

Le succès avec les systèmes de conservation du sol sur la ferme dépend énormément de la collaboration des producteurs, de son programme de gestion du sol et de la maintenance.

Fig. I

INFLUENCE DES TECHNIQUES DE CONSERVATION ET DES TYPES DE ROTATIONS SUR LES PERTES DE SOL ANNUELLES POUR UNE PENTE DE 300 MÈTRES DE LONGUEUR.

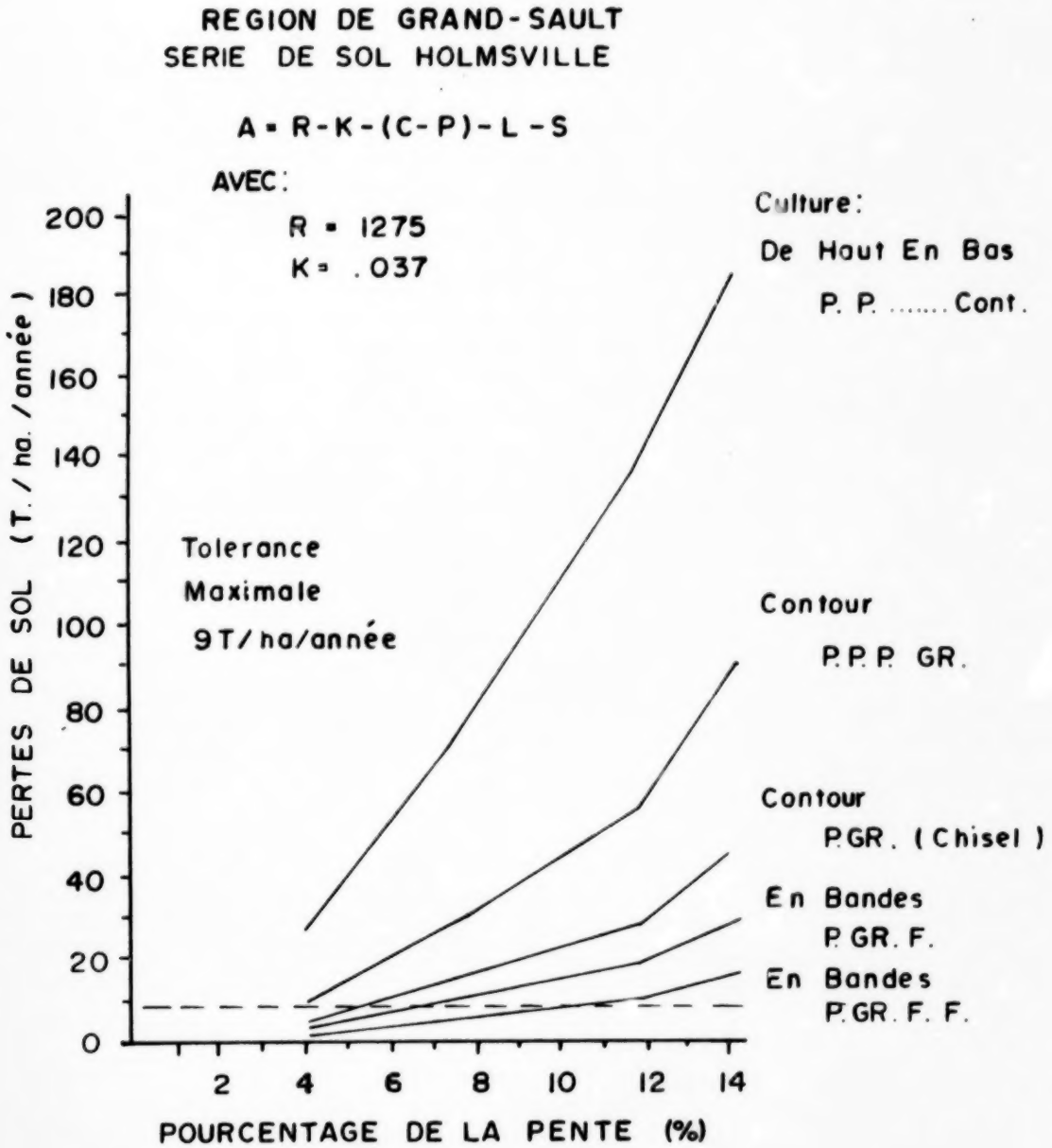


FIG. 2

Systeme de Terrasses de Canalisation Associé
Aux Bandes Alternées

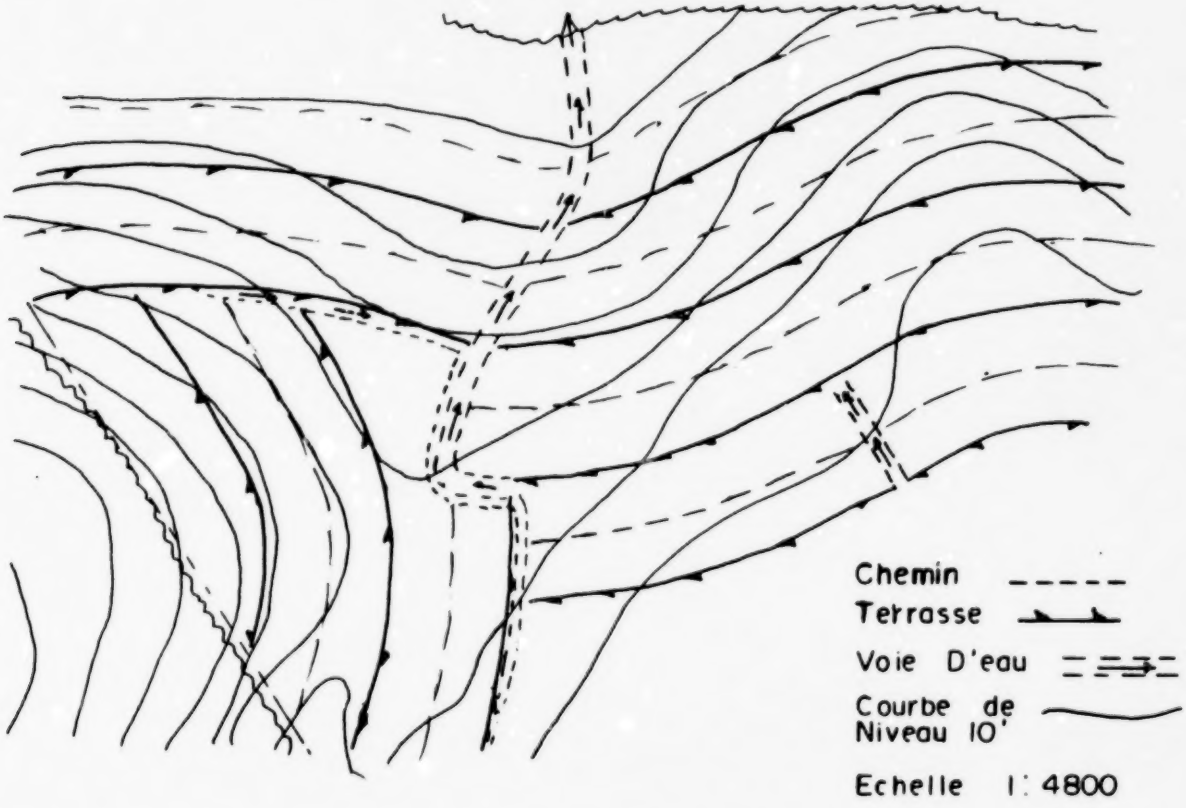


FIG. 3 SECTION DE TERRASSE EN ESCALIER

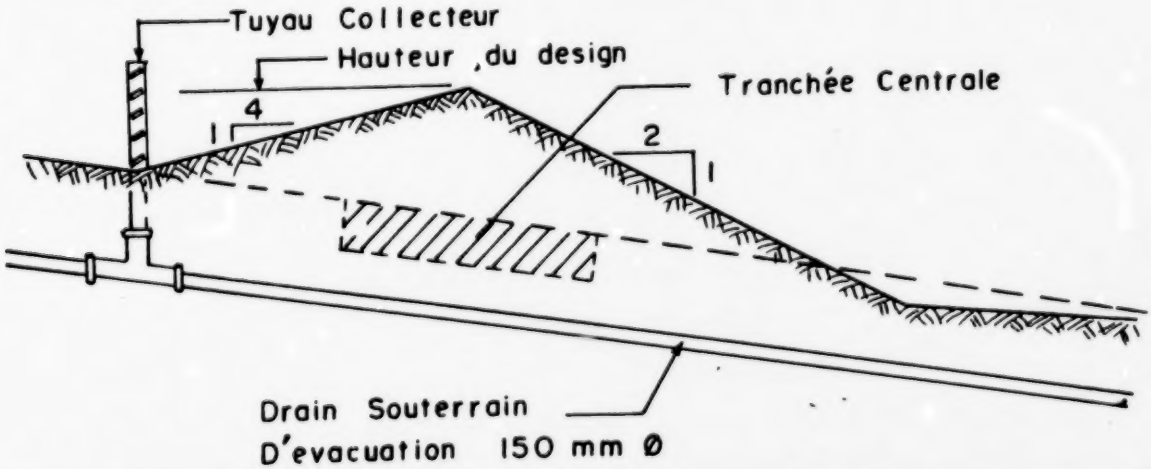


FIG. 4 TERRASSE DE CANALISATION A PENTE VARIABLE ENGAZONNEE

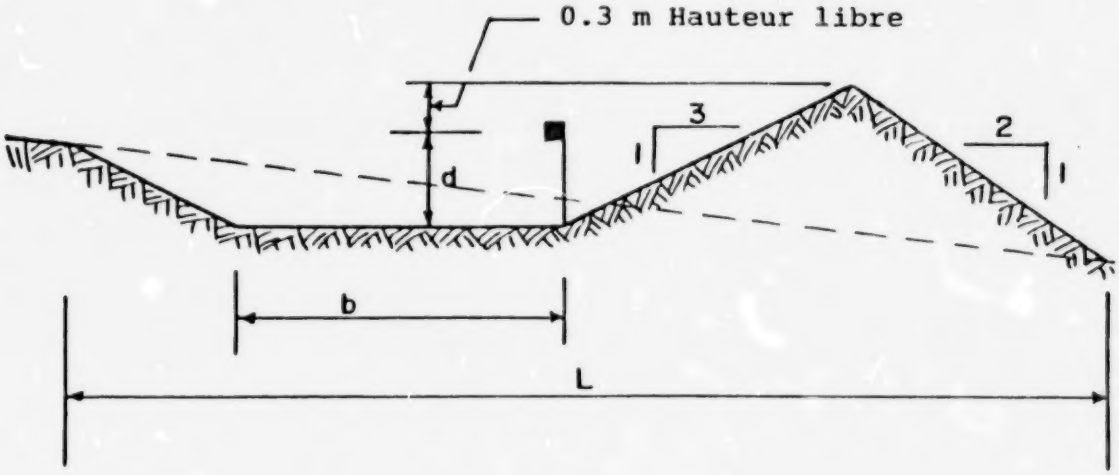


Fig. 5 TERRASSE DE CANALISATION A PENTE UNIFORME

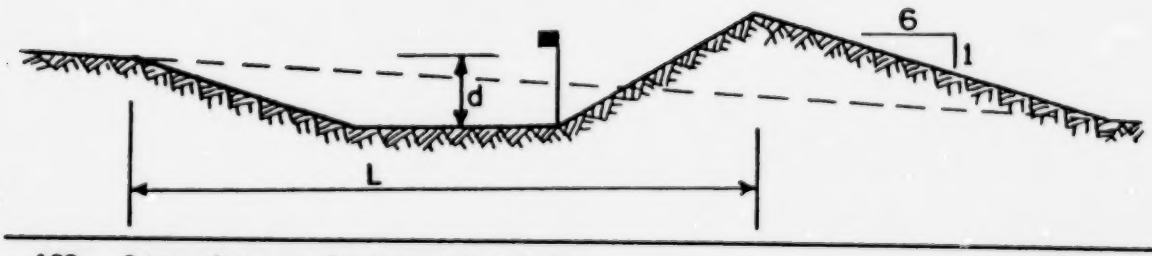


TABLEAU 1 - VALEURS RECOMMANDEES (C) POUR DIFFERENTES ROTATIONS AVEC LA POMME DE TERRE AU NOUVEAU-BRUNSWICK

ROTATION (1)	VALEUR DU FACTEUR "C"	
	RANGS SENS DE LA PENTE	RANGS EN CONTOUR
PP . . . CONTINUÉ	.52	.47
PPPGR	.41	.35
PGR	.32	.29
PGRF	-	.14
PPGRF	.24	.23
PGR(2)	.20	.17
PGRFF	-	.12

(1) VALEURS CALCULÉES POUR LA POMME DE TERRE HATIVE, AVEC LE LABOUR CONVENTIONNEL À L'AUTOMNE

(2) PRÉPARATION DU SOL MINIMUM AVEC LE "CHISEL" POUR UNE ROTATION DE 2 ANS PGR (POMME DE TERRE - GRAIN)

(3) ROTATION DE 4 ANS PGRFF (POMMES DE TERRE - GRAIN - FOIN 2 ANS)

TABLEAU 2 - VALEURS RECOMMANDEES (P) POUR LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DU SOL

PENTE	CULTURE (DIRECTION DE LA PENTE)	CULTURE EN CONTOUR	CULTURE EN BANDES ALTERNEES (1)		TERRASSEMENT (2)
			PGRF	PGRFF	
2 - 7%	1	0.5	0.37	0.25	0.5
7.1 - 12%	1	0.6	0.45	0.30	0.6
12.1 - 18%	1	0.8	0.60	0.40	0.7

(1) CULTURE EN BANDES POUR UNE ROTATION DE 3 ANS (PGRF) OU 4 ANS (PGRFF)

(2) VALEUR DU FACTEUR "P" POUR LE TERRASSEMENT UTILISÉ AU NOUVEAU-BRUNSWICK. LA VALEUR INFLUENCE SURTOUT LE FACTEUR TOPOGRAPHIQUE "LS" DANS L'ÉQUATION DES PERTES DE SOL

TABLEAU 3 - TYPE DE CULTURE EN BANDES ALTERNEES RECOMMANDE SELON LES CONDITIONS TOPOGRAPHIQUES (SOURCE MANUEL #537 S.C.S.)

PENTE DU TERRAIN %	LARGEUR DES BANDES RECOMMANDEES (MÈTRES)	LONGUEUR MAX. DES PENTES (MÈTRES)
3 - 5	30	180
6 - 8	30	120
9 - 12	24	72
13 - 18	20	40

TABLEAU 4 - ESPACEMENT RECOMMANDE DES TERRASSES DE CANALISATION SUR UN SOL DE TYPE HOLMESVILLE, REGION DE GRAND-SAULT

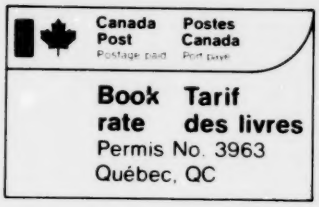
PENTE DU TERRAIN	ESPACEMENT MAXIMUM CULTIVABLE			
	ROTATION (1) PPGR		BANDES ALTERNEES (2) PPGRF	
%	MÈTRES	RANGS (36¨)	MÈTRES	(RANGS (36¨)
3 - 5	88	96	146	160
6 - 7	77	84	110	120
8 - 10	50	56	73	80
10 - 12	36	40	40	44

(1) ROTATION 2 ANNÉES POMME DE TERRE (P) ET UN AN EN GRAIN (GR)

(2) ALTERNANCE DE 2 BANDES ÉGALES DE LARGEUR AVEC LA ROTATION SPECIFIÉE ET L'ESPACEMENT CULTIVABLE RECOMMANDÉ.

En cas de non-livraison — Port de retour garanti

MINISTERE DE L'AGRICULTURE,
DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION
DU QUÉBEC
200-A, CHEMIN SAINTE-FOY
QUÉBEC G1R 4X6



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation

Imprimé au QUÉBEC Canada